

2.

GEOLOGISCHE FAZIESKUNDE

VON

LÁSZLÓ STRAUZS

Erschienen am 1. Juli 1928.

A dolgozat tartalmáért és nyelvezetéért a szerző,
a szerkesztésért MAROS IMRE és FERENCZI ISTVÁN felelős.

ALLGEMEINER THEIL.

I. Einleitung.

Es ist eine der wichtigsten Aufgaben in der Geologie die physikalischen Verhältnisse, unter denen sich die verschiedenen Sedimente gebildet haben, aus den jetzt zu beobachtenden Eigenschaften der betreffenden Sedimente bestimmen zu können. Mit dieser Frage beschäftigt sich die geologische Fazieskunde, die ein nicht nur sehr bedeutender, sondern auch sehr interessanter Zweig der Geologie ist. Seit den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts wird die geologische Fazieskunde wissenschaftlich im strengen Sinne des Wortes betrieben, doch findet man auffallenderweise auch heutzutage die größte Unklarheit und Unordnung in den Methoden und die größten Lücken bei den bisherigen Ergebnissen dieser Wissenschaft. In einer gewissen Faziesstudie (1) findet man eine Menge Zahlenangaben darüber, in welchen Meerestiefen sich die verschiedenen Gesteine gebildet haben; in einem anderen Artikel (2) werden die Verhältnisse der verschiedenen Fazies durch genaue Tiefenangaben gar nicht bestimmt; in einem dritten, in dem es sich dem Titel nach auch um die Fazies handeln sollte, wird nichts über die Bildungsweise der Sedimente gesagt (3). Bei einem Autor lesen wir (4), «dass die Tiefseeablagerungen im Habitus ihrer ganzen Erscheinung eine viel größere Mannigfaltigkeit zeigen müssen als die Litoralbildungen» und viele andere Autoren schreiben, daß die Litoralbildungen bei weitem mannigfaltiger sind als die Tiefseebildungen. Es bestehen nebeneinander die verschiedensten Angaben über die Bildungsweise gewisser Schichten und man bringt tagtäglich neue Meinungen hervor, ohne die anderen zu widerlegen. So erfreuen sich z. B. die wegen ihres unendlichen Reichthums an Belemnitenresten «Belemnitenschlachtfelder» genannten Bildungen großer Anteilnahme der Autoren und mindestens vier entgegengesetzter Theorien über ihre Bildungsweise: nach QUENSTEDT (5) starben die Belemniten plötzlich und massenhaft an demselben Ort; nach E. FISCHER (1CIX) ist die Menge der Belemnitenschalen nur im Verhältniß zu dem klastischen Sediment, also nur scheinbar, infolge eines länger andauernden

Fernhaltens des tonigen Detritus so groß; O. ABEL (6) meint, daß die Schalen am Meeresufer [oder in ganz seichtem Wasser] durch die Bewegung des Wassers zusammengeschleppt wurden; A. NAEF (7) hält die Schalenmassen der Belemniten für erbrochene Reste von solchen aus dem Magen eines Ichthyosauriers, wo man ähnliche Haufen öfter beisammen findet.

Es ist schon die höchste Zeit, daß die Prinzipien der Faziesforschung eindeutig bestimmt werden und daß die umfangreiche Literatur, die solche Fragen behandelt, revidiert werde. Im allgemeinen pflegt man nämlich die Faziesangaben einfach hinzuwerfen, ohne sie eingehender zu beweisen, oder die Prinzipien und die Methoden zu bezeichnen, wie diese Resultate erreicht werden sollen und ohne die entgegengesetzten Angaben zu widerlegen. Z. B. zitiert W. DEECKE (8) in seiner wertvollen Faziesstudie gar keine Literatur, obwohl sein zusammengestelltes, großes Material viele ältere Angaben zu widerlegen und viele andere anzunehmen zwänge.

In meiner Arbeit möchte ich jetzt die Prinzipien angeben, wonach ich die Faziesstudien ausführen zu müssen meine. Endgültige Resultate können ausschließlich durch solche Teilstudien erreicht werden, die spezielle lokale Verhältnisse möglichst eingehend behandeln, da zu Faziesstudien das persönliche Sammeln, d. h. das Sammeln, bei dem die Faziesverhältnisse immer im Auge behalten werden, unentbehrlich ist und man das Vorkommen aller Fossilien besonders ausführlich kennen muß. So habe ich z. B. die Faziesverhältnisse des Obermediterrans im Mecsek-Gebirge (9) erst nach der Bearbeitung von ungefähr hundert Faunen bestimmen können. Bei einem so umfangreichen Thema, wie ich es jetzt behandeln muß, ist solche Ausführlichkeit noch nicht zu leisten. Man braucht noch zahlreiche Detailarbeiten vieler Fachleute nach einheitlichen Prinzipien, bis einst nach diesen Arbeiten eine Fazieskunde geschrieben werden kann, die unbestreitbare Ergebnisse enthält.

Mir ist klar, daß ich die Lösung einer schweren Aufgabe versuche und ich darf keineswegs hoffen, daß mein Buch die schon seit langem entbehrte Faziesarbeit völlig ersetzen kann. Ich glaube doch, daß ich der Fazieskunde einen kleinen Vorschub leisten kann.

Berlin, Allerheiligen 1926.

* * *

LITERATUR.

1. E. FISCHER: In welchen Meerestiefen haben sich unsere Juraschichten gebildet? Jahreshefte d. Vereins für Vaterländ. Naturkunde in Württemberg, Bd. 68., 1912.
2. N. ANDRUSSOW: Die fossilen Bryozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman. Kijew, 1909-1912.

3. W. HENKE: Die Untersuchungen über die Faziesverhältnisse im Unter-, Mittel- und Oberdevon des südlichen Sauerlandes. Zeitschrift d. Deutschen Geolog. Gesellschaft, Monatsberichte, 1925.
 4. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Beilage Bd. 2., 1883.
 5. QUENSTEDT: Der Jura. Tübingen, 1885.
 6. O. ABEL: Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten. Jena, 1916.
 7. A. NAEF: Die fossilen Tintenfische. Jena, 1922.
 8. W. DEECKE: Faciesstudien über europäische Sedimente. Berichte d. Naturforsch. Gesellschaft Freiburg i. Br. Bd. 20., 1913-14.
 9. L. STRAUZ: Die Mediterranschichten des Mecsek-Gebirges. Geol. Pal. Abh. 1927.
-

II. Gegenstand der Fazieskunde.

Es ist kein Wunder, daß es darüber, was alles zu dem Gegenstande der Fazieskunde gehört, keine Übereinstimmung der Fachleute gibt, da es auch noch sehr fraglich ist, was man eigentlich unter Fazies zu verstehen hat. So nimmt C. DIENER die am wenigsten bestimmte Bedeutung des Ausdrucks an (174): «Unter Fazies versteht man jede Ausbildungs- oder Erscheinungsform einer in einem bestimmten Zeitraum erfolgten Ablagerung». É. HAUG definiert die Fazies ähnlich, nach seiner Definition ist die Fazies «la somme des caractères lithologiques et paléontologiques que présente un dépôt en un point déterminé» (2145). Doch folgen die beiden in ihren Arbeiten nicht jener unrichtigen Auffassung, die sich aus dieser Definition ergeben soll: daß es nämlich zu einer Faziesstudie schon genügt, wenn man einfach die Gesteinscharaktere und die Fossilien einer Schicht beschreibt, ohne daraus auf die Bildungsweise usw. der Schicht zu schließen. Es gibt ja auch Forscher, die «die Fazies» wirklich so behandeln, z. B. L. REUTER (3), TH. BRANDES (4); höchstens gelangen sie zu solchen Folgerungen, daß eine Schicht konglomeratig und deshalb eine strandnahe Bildung sein soll. JOHANNES WALTER definiert die Fazies aber schon als die physikalischen Eigenschaften des Meeresbodens, welche die Verteilung der Organismen im Meere regeln (525).

Was wir für die Bedeutung des Wortes «Fazies» annehmen, hängt vollkommen von der Konvention ab. Damit aber Mißverständnisse und Uneinstimmigkeiten vermieden werden, schlage ich vor, das Wort «Fazies» nur in diesem einen Sinne zu gebrauchen: j e n e E i g e n s c h a f t e n

der Gesteine, die die Ablagerungsumstände wieder spiegeln. Wenn man aber nur die lithologischen Charaktere einer Bildung angibt (6), dann soll man nicht von Normalfazies, Quarzifazies, Tuffazies sprechen, sondern hier irgend einen anderen Ausdruck gebrauchen, z. B. «Typus». In der Definition GRESSLY's (7) ist nicht ganz genau ausgedrückt, daß er dem Wort «Fazies» jene Bedeutung geben wollte, wie ich es auffassen will. Doch aus dem Geiste seiner Arbeit wird es vollkommen klar, da sein Ziel war immer die Sedimentationsumstände zu bestimmen.

Ein oft vorkommender Fehler ist, daß man die Fazieskunde gleich mit der Paläogeographie vermischt und ehe die betreffenden Faziesbestimmungen ernsthaft durchgeführt worden wären, sie schon zu weitgehenden Folgerungen für die Verbreitung der Meere und Festländer gebraucht. So tut G. GURICH (8), der meist bloß vorausgesetzte Meinungen zu den Faziesverhältnissen der einzelnen Schichten angibt und doch schon die zyklischen Änderungen der Meerestiefen daraus bestimmen will.

Das Gebiet der Fazieskunde könnte gewiß weit ausgedehnt werden und beinahe die ganze Paläogeographie könnte man zu ihr rechnen. Man wollte in den Faziesstudien gewöhnlich viel, wenn schon nicht alles, erklären; leider ist meistens um so weniger gelungen. Ich verzichte schon im voraus auf Vollständigkeit und lasse viel von der Fazieskunde weg, weil ich so die Richtigkeit in dem wichtigsten Teile, in der Bestimmung der bathymetrischen Verhältnisse zu erreichen hoffe. Die reine Klimatologie lasse ich weg, ebenso die Bestimmung der Verteilung der Meere und Festländer. Die Temperatur- und Lichtverhältnisse interessieren mich nur insofern, als sie die Eigentümlichkeit der Flora und Fauna im Zusammenhang mit den Wassertiefen zu deuten gestatten. Ich halte es für eine wichtige Aufgabe der Fazieskunde, nicht nur die Rekonstruktion der Lebensbilder vergangener Zeitalter zu ermöglichen, sondern auch der Stratigraphie zu dienen, indem sie feststellt, welche jene gleichwertigen Bildungen sind, die zu Altersbestimmungen miteinander verglichen werden dürfen. Da der größte Teil der Sedimente marinen Ursprungs ist, die Untersuchungen der marinen Bildungen am besten durchzuführen sind und die wichtigsten Ergebnisse versprechen, beschäftige ich mich in diesem Buch nur hiermit. Die Stratigraphie ist vollkommen auf Salzwassersedimente basiert und so ist auch für die Stratigraphie die Fazieskunde der marinen Sedimente das Wichtigste. C. de STEFANI hat die Rolle der Fazieskunde als Hilfe der Stratigraphie betont (9₂₁₄): «si l'on reconnaît, que les différences bathymétriques peuvent se reproduire dans les terrains des temps passés et qu'entre des terrains tout à fait contemporains il peut exister une différence absolue et totale des espèces, il faut en tirer la conclusion que, pour se former une idée correcte de la place chronologique

d'une faune, il est nécessaire de la comparer avec les faunes plus anciennes ou plus récentes de la même zone...» [nämlich derselben Tiefenzone].

Wenn wir uns vor Augen halten, daß wir mit den Faziesstudien auch der Stratigraphie dienen, dann sollen wir solche Einheiten und Einteilungen suchen, um die Faziesverhältnisse auszudrücken, die den Vergleich in der Stratigraphie ermöglichen. Die einzige Möglichkeit dazu ist das Feststellen einer allgemeinen Einteilung nach der wesentlichsten Eigenschaft der Fazies, in die die Sedimente eingereiht werden sollen. Nach den Tiefenverhältnissen, in denen sich die Ablagerungen gebildet haben, kann man diese Einteilung am besten vollziehen. Die sekundären Unterscheidungen können nach dem Gesteinshabitus geschehen.

Man muß also eine Zonengliederung nach den Wassertiefen gebrauchen und die Faziescharaktere der Sedimente dadurch bestimmen, daß man angibt, in welcher Tiefenzone das Sediment zur Ablagerung gekommen ist. Dies war schon von vielen Faziesforschern angenommen, wurde jedoch im seltensten Fall durchgeführt.

* * *

LITERATUR.

1. C. DIENER: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien, 1925.
2. E. HAUG: Traité de Géologie, I. Paris, 1908.
3. L. REUTER: Die Ausbildung des oberen Braunen Jura im nördlichen Teile des Fränkischen Alb. Geognostische Jahreshefte, Bd. 20., 1907.
4. TH. BRANDES: Die faziellen Verhältnisse des Lias zwischen Harz und Egge-Gebirge. Neues Jahrbuch für Mineralog. etc., Beilage Bd. 33.
5. J. WALTHER: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1883-1884.
6. C. WIMAN: Kambrisch-silurische Faziesbildungen in Jemtland. Bull. Geolog. Inst. University of Upsala, vol. 3. pt. 1., no. 5., 1896.
7. A. GRESLY: Observations géologiques sur le Jura Soleurois. Neue Denkschriften d. Allgem. Schweiz. Gesellsch. Gesamt. Naturwissensch. Bd. 2., 4., 5., 1838-1841.
8. G. GÜRICH: Das Paläozoicum im Polnischen Mittelgebirge. Verhandl. Russisch. Mineral. Gesellsch. zu St. Petersburg. 2. Ser., Bd. 32., 1896.
9. C. de STEFANI: Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. Annales de la Société Géologique de Belgique, tome 18., 1890-91.

III. Die bathymetrische Zonengliederung.

Es ist nun die Frage, ob eine Einteilung der Meere in Zonen nach der Wassertiefe und die Zurechnung der einzelnen Sedimente zu einer

dieser Zonen gerechtfertigt wäre. Es bestehen Meinungsäußerungen für, wie gegen diese Methode. E. FORBES (1 u. 2) hält, sich auf seine eigenen Meeresuntersuchungen berufend, die Tiefenzoneneinteilungen für leicht durchführbar und in der geologischen Fazieskunde für brauchbar. W. DEECKE (3) ist anderer Meinung: Er nimmt nur die Berechtigung der Gruppierung nach den Sedimenttypen an. Ohne Zweifel haben beide Standpunkte ihre Vorteile, doch bin ich entschieden für den ersten. Es ist zuzugestehen, daß die Einteilung der Sedimente in Tiefenzonen nicht so einfach, wie in Sedimenttypen und in einigen Fällen etwas gezwungen ist, doch hat sie immer eine bestimmte, nie mißverständliche Bedeutung, während die anderen, wenn auch natürlicheren, doch nicht so bestimmten Gruppierungen immer verschieden zu deuten sind. Und die größte Gefahr in der Fazieskunde ist, daß in die Literatur die vollkommen bedeutungslosen Ausdrücke «tief genug», «nicht eben seicht», «in ruhigem Wasser abgelagert» geraten. Absurd ist z. B., daß man, wenn man liest (462), «wo das Meer eine grössere Tiefe erreicht», ebensowohl 50 m wie 600, oder 4000 m Tiefe darunter verstehen kann.

Es wurden bisher zahlreiche Zonengliederungen gemacht, hauptsächlich in Bezug auf die heutigen Meere, doch auch für die Geologie. Desto seltener sind aber die Beispiele, daß diese Zonengliederungen auch in den Faziesbestimmungen gebraucht werden. So gibt z. B. WEDEKIND (5) eine ganz ausführliche Zonengliederung mit Tiefenangaben in Metern:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. Litoral-Region | zwischen Ebbe und Flut |
| 2. Laminarien-Region | tiefste Ebbe — 28 m |
| 3. Corallinen-Region | 28— 80 m |
| 4. Äußere Schelfregion | 80—200 m |
| 5. Schelfrandregion | 200—750 m |

doch in seinen Faziesbestimmungen wendet er sie möglichst nicht an. Die Einteilung von C. de STEFANI (6)

- | | |
|--------------------|----------|
| Litoralzone | 0— 20 m |
| Laminarien-Zone | 20—200 m |
| «Coralligène»-Zone | 200— |
| Tiefere Zonen | |

ist sehr beachtenswert, weil er sich in seinen Faziesstudien ihrer wirklich bedient hat. Die untere Grenze der dritten Zone bestimmt er nicht und die Tiefe der untersten Zone gibt er gar nicht an. Nennt er sie zwar «abyssal», betont er doch, daß sie die größten Tiefen nicht erreicht.

TH. FUCHS zieht die Grenze zwischen Flach- und Tiefsee erstens (7) bei 90 Faden und bemerkt, daß die Fauna abwärts gegen die Tiefe

ganz einförmig bleibt. Dann verbessert er aber diese Meinung (8), indem er schreibt, daß noch bei 500 Faden eine Änderung in der Tiefseefauna vorhanden ist. Später unterscheidet er eine Litoralzone, Laminarienzonen, Corallinenzone und Tiefseezonen. Er legt jedoch nur auf die Trennung der Flachsee und Tiefsee Gewicht und seine bathymetrischen Zonen desavouiert er damit, daß er die Grenze der Tiefsee nicht zwischen zwei Zonen, sondern in der Mitte der Corallinenzone zieht. Hier in einer Tiefe von 40—50 Faden sieht er die größte Änderung der Meeresfauna (9⁴⁸⁹). «Stellt man sich . . . auf den Standpunkt des Zoologen und Paläontologen, so versteht man unter Tiefseeablagerungen jene Ablagerungen, welche die Tiefseefauna enthalten». Diese Argumentation verliert heute gänzlich ihren Grund, da man nach den Ergebnissen der Meeresforschungen bestimmt weiß, daß keine entschiedenen Differenzen zwischen Flachsee- und Tiefseefauna bestehen und ein langsamer Übergang von der ersten zur zweiten vorhanden ist. Wir dürfen uns also nicht vorstellen, daß wir unbedingt zwei Faunen und Sedimenttypen, oder zwei Haupteinteilungen einander gegenüberstellen müssen. Die 40—50 Fadenlinie ist aber gewiß nicht tief genug; auch haben andere Autoren diese Trennung kaum gebraucht. K. ANDRÉE (10) betont, daß die Grenze der Tiefsee tiefer zu suchen ist.

Heute ist am meisten jene Zonengliederung verbreitet, die hauptsächlich von E. HAUG (11) vertreten wird:

Litorale Zone oder Region

Neritische	"	bis 200 m
Bathyale	"	200—1000 m
Abyssische	"	1000—

Diese Gliederung entspricht am besten der Verbreitung der Meeresfaunen und Sedimenttypen; die Einheiten sind doch zu umfangreich, denn mindestens in den jüngeren geologischen Formationen sind die Faziesbestimmungen mit größerer Genauigkeit durchzuführen, als es diese Zonengliederung ermöglicht. In meinen bisherigen Faziesstudien habe ich schon versucht, diese bathymetrischen Einheiten, die ich «Regionen» genannt habe, weiter einzuteilen und für das Miozän [Mediterran] unterschied ich in der neritischen Region eine äußere, eine innere und je nach den Gebieten eine oder zwei mittlere Zonen und in der bathyalen Region zwei Zonen. Ablagerungen, die der abyssischen Region zuzuteilen gewesen wären, habe ich bis dahin nicht gefunden. Diese Gliederungen gebrauchte ich in meinen Aufsätzen über die Mediterranschichten des Cserhát-Gebirges (12 u. 13), der Umgebung von Budapest (14 u. 15) und des Mecsek-Gebirges (16 u. 17). Meine Gesichtspunkte in diesen Aufsätzen waren von

denen der österreichischen Geologen [die Mediterranschichten des Wiener Tertiärbeckens betreffend] nicht wesentlich verschieden, [s. z. B. (18)]. Der Unterschied besteht darin, daß ich hauptsächlich nach einem System strebte, was sie nicht getan haben. Den Ausdruck «Tiefsee» gebrauche ich statt der abyssischen und bathyalen Region und des tieferen Neritikums und «Flachsee» oder «seichtes Meer» statt der mittleren und seichteren neritischen Zone und des Litorals.

Manche Geologen verraten eine unverhohlene Abneigung gegen eine uniforme Zonengliederung und jede strenge Bestimmung der Tiefenverhältnisse. Diese haben aber im allgemeinen nicht die normalen, einfachen Fälle im Auge, sondern unwichtige, seltsame Bildungen, oder hängen an solchen Fällen, wo wirklich ein Fehler in der Faziesbestimmung zu finden ist, dieser aber nicht durch die Systeme, sondern durch ihren Benutzer verursacht worden ist.

J. PIA zweifelt, daß gewisse «Tiefseecharaktere» der Jurasedimente wahrhafte Kennzeichen der Meerestiefe sind und will diese Eigenschaften aus anderen Gründen erklären (19581): «Ich halte es für wahrscheinlich, daß der «Tiefseecharakter» vieler Jurasedimente nicht so sehr auf die bathymetrische Lage ihres Entstehungsortes als auf die fast absolute, schon seit dem Perm anstehende Erdruhe in Europa zurückzuführen ist. Vermutlich waren im Jura weit und breit keine höheren Gebirge vorhanden, so, daß die Abtragung und dementsprechend die Zufuhr terrigenen Sediments in etwas küstenfernere Regionen eine ganz minimale war. Daneben mögen auch Meeresströmungen zur Fernhaltung des Detritus gerade von bestimmten Teilen der alpinen Region beigetragen haben. Bei einer solchen Auffassung ist es nicht mehr so unverständlich, wenn rote Cephalopodenkalke und Riffkalke vielfach in direkter Berührung getroffen werden. Es genügt, daß ein Gebiet unter die Wachstumszone der stockbildenden Korallen und anderen Riffbildner gelangt, um die Sedimentation fast vollständig zum Stillstand zu bringen und so in gewissem Belang tiefseeähnliche Verhältnisse zu erzeugen.» Das kann aber kein Beweis gegen die Bestimmbarkeit der bathymetrischen Verhältnisse sein, da es, wenn es auch richtig ist, nur gegen die lithologischen Bestimmungen spricht. Man soll aber nicht vergessen, daß auch heute eine «Erdruhe» besteht, es gibt auch heutzutage solche Meeresküsten, in deren Nähe keine Gebirge vorhanden sind und die Flachsee- und Tiefseesedimente sind auch in diesen Gegenden von einander verschieden.

K. ANDRÉE (20) schreibt den Tiefenzonen nur lokale Gültigkeit zu. Dieses ist aber nur in gewisser Hinsicht richtig. In allen Meeresteilen

[und wahrscheinlich in allen geologischen Formationen] kann man nämlich solche Zonengliederungen aufstellen, die hauptsächlich die aus den lithologischen Charakteren des Meeresbodens herrührenden, unbedeutenden Verschiedenheiten in Betracht ziehen und darum wirklich nur an jenem Ort brauchbar sind. Wenn aber die Zonengliederungen auf stichhaltigen Gründen aufgebaut sind, dann geschieht die Einteilung der Sedimente in diese Zonen immer und überall nach möglichst beständigen Charakteren und ist in jedem Zeitalter und in jeder Gegend durchzuführen. Nach CAYEUX (21) ist die Reihenfolge der Sedimente zwischen den verschiedenen geologischen Epochen verschieden, wegen der veränderten physikalischen Verhältnisse in der Sedimentation. K. ANDRÉE korrigiert diesen Schluß, welcher die durch Erfahrungen unterstützten Tatsachen überschreitet und bringt die stärksten Gründe gegen die Möglichkeit einer bathymetrischen Zonengliederung herbei, in dem er schreibt (22²⁹), daß «die fossilen Sedimente gegenüber den rezenten vielfach gewissermaßen sedimentäre Kollektivtypen darstellen, die sich unter den momentanen räumlichen und geophysiologischen Verhältnissen gar nicht zu bilden vermöchten. Solchen Kollektivtypen aber stehen wohl andererseits auch reinere Einzeltypen gegenüber, im Vergleich mit denen das eine oder andere rezente Sediment wiederum Kollektivcharakter zeigt». Das trifft auch oft zu. In diesen Fällen ist aber auch die Einteilung in Tiefenzonen schwer und gezwungen. Dieser Fall ist aber oft nur ein scheinbarer, d. h. in gewissen Sedimentgruppen fallen eher die Ähnlichkeiten als die Unterschiede auf und es werden darum oft von einander wesentlich abweichende Bildungen als Faziesseinheiten behandelt. Zwei solche Fälle waren der der Schreibkreide und der Flyschbildungen. In Bezug auf den Flysch begann man schon seit einer gewissen Zeit wahrzunehmen, daß er nicht eine einzige Fazies hat und C. DIENER (23) bestätigt, daß man in den Flyschgesteinen eine lückenlose Kette von Übergängen aus einer rein litoralen bis zu einer abyssischen Fazies zu sehen hat. Die sehr großen und auffallenden Abweichungen zwischen den verschiedenen Vorkommnissen der Schreibkreide konnten natürlich nicht unbeobachtet bleiben. Daß aber die Meinungen über die Faziesverhältnisse der Schreibkreide noch immer so grundverschieden sind, ergibt sich nur daraus, daß ihre einzelnen Fazies nicht gesondert wurden. Übrigens ist zu bemerken, daß die unmöglichsten Faziesbestimmungsmethoden in jenen Debatten versucht wurden, die die Bildungsweise der Schreibkreide aufklären sollten. Wenn jemand sein Vertrauen auf die Fazieskunde erschüttert haben will, so mag er nur die Argumentationen von GROSSOUVRE, HUME und JUKES-BROWNE über die bathymetrische Lage der Kreide lesen.

Meiner Meinung nach ist die einzige Möglichkeit der Faziesforschung, wenn immer nur eine Schicht einer Fundstelle als Einheit betrachtet wird. Am wichtigsten ist, daß der Sammler weiß, wo die Fazies sich ändert und aus welchen Teilen einer Bildung die Fossilien separiert gesammelt werden müssen. Leider sind darum die früher gesammelten [d. h. nicht von dem Faziesforscher selbst gesammelten] Materialien für Faziesbestimmungen sehr selten brauchbar, weil sie beinahe immer aus Ablagerungen verschiedener Fazies gesammelt sind und darum «gemischte» Faunen enthalten, deren Arten nicht zu einander passen und nicht in ein und derselben Fazies vorkommen dürfen. Daß es sich aber nur wegen des unzweckmäßigen Sammelns so verhält, ergibt sich daraus, daß in den ungefähr 200 Mediterranfaunen, die ich in Ungarn selbst gesammelt und aufgearbeitet habe, nur eine einzige «gemischte» zu konstatieren war. In dieser Fauna [bei dem Dorfe Zebegény im Börzsöny-Gebirge], fanden sich solche Elemente, die in derselben Fazies nicht vorkommen können. Sie haben aber auch nicht zusammen gelebt, sondern die Reste aus der seichteren Zone der neritischen Region wurden wegen des steilen Meeresbodens in die Tiefe geschwemmt und der autochthonen bathyalen Fauna beigemischt (24); [S. eingehender im speziellen Teile, Miozän].

C. H. MEYER-EYMAR (25, 26 u. 27) faßte noch eine geologische Stufe als Faziesseinheit auf. Er behauptete, daß sich die Meerestiefen periodisch in Zusammenhang mit den Perihelia und Aphelia geändert haben. Darum sollen sich die Tiefenverhältnisse immer auf einer halben Erdkugel ähnlich gewesen sein. So z. B. Badenon, eine Tiefseebildung und Stazzanin, eine Flachseebildung. Die meisten Autoren behandeln je einen Sedimenttyp als Faziesseinheit. Ich selbst betrachte, wie ich schon erwähnt habe, immer jede eine einheitliche Fauna enthaltende Schicht einer Fundstelle als solche Einheit, deren Fazies ganz unabhängig zu bestimmen ist. Die Beständigkeit der Fazies auf größeren Gebieten steht im Widerspruch zu den rezenten Verhältnissen [mindestens in Bezug auf Sedimente der Flachsee, zu denen aber die überwiegende Mehrheit der geologischen Bildungen gehört]. E. FRAAS schreibt darüber folgendes (436—37): «Ein Blick auf die Jetztwelt aber zeigt uns, wie mannigfach selbst innerhalb kleiner Bezirke die Bedingungen sind, welche bei der Bildung der Formationen in Frage kommen. Wir kommen zu dem Schlusse, daß die Möglichkeit, wie ein geologischer Horizont auf weite Strecken sich vollständig gleich bleiben konnte, viel schwieriger auszudenken und zu erklären ist, als die Erscheinung, daß ein mannigfacher Wechsel und Verschiedenheiten der Gesteinsbeschaffenheit wie der Tier und Pflanzenwelt selbst innerhalb kurzer räumlicher Entfernung»

gen eintrat. Letzteres ist das gewöhnliche und hat nichts Befremdendes, während das erstere Bedingungen voraussetzt, welche wir heutzutage niemals oder doch nur sehr selten auf unserer Erde beobachten».

Es gibt noch gewisse Gesichtspunkte, die bei der Aufstellung der Faziesklassen in Betracht kommen könnten. Die Unterscheidung «terrigen», «pelagisch», «hemipelagisch» scheint mir nichtssagend zu sein. Das kann nur in der Petrographie eine Bedeutung haben, weil in den Bildungen verschiedenster Fazies sowohl klastische Bestandteile wie organische Reste von 0 % bis 100 % schwanken können und es auch in 10 oder 100 m Tiefe solche Sedimente gibt, die weniger Detritus enthalten als der Globigerinen-Schlamm (28). K. ANDRÉE legt großes Gewicht auf die ozeanische oder Nebenmeernatur der Sedimente (20). Diese Frage gehört aber schon zu der Paläogeographie, die ich hier möglichst vermeiden will; außerdem gibt es bisher keine Methode, mit deren Hilfe man die Nebenmeernatur der Sedimente bestimmen könnte. Die Unterschiede zwischen ozeanischen Sedimenten und Nebenmeersedimenten sind aber nicht von Bedeutung, solange es sich um Gewässer nicht unter normalem oder über normalem Salzgehalt handelt.

Es ist noch nicht zu entscheiden, ob das Endziel der Fazieskunde eine Systematisierung ist; in manchen Fällen wird auch die Systematisierung nicht gelingen. Dieses Stadium der Faziesforschung darf aber nicht vermieden werden, da es in der naturgemäßen Entwicklung der Methoden dieser Wissenschaft eine Stufe bildet, die nicht übersprungen werden kann. Unbedingt wird es der geologischen Fazieskunde viele wertvolle Ergebnisse bringen, wenn man die Systematisierung nach einheitlichen Prinzipien durchführt. Erst nachdem alle Vorteile, die durch diese Methode der Fazieskunde gewährt werden können, erreicht wurden und die etwas gezwungene, nicht alle Eigenschaften der Fazies ausdrückende Zonengliederung die weiteren Fortschritte hindert, dann erst soll man zu einer vollkommeneren neueren Methode übergehen. Das wird aber nach meiner Ansicht nicht so bald erreicht werden und welche jene neuere Methode sein kann, ist auch schwer zu erraten. Allerdings ist aber die Furcht einiger Fachleute vor der Systematisierung der Fazieskunde und ihre übertriebene Behutsamkeit schädlich, weil dadurch mehr Fortschritte verhindert werden als erreicht werden können.

* * *

LITERATUR.

1. E. FORBES: On the Light thrown on Geology by Submarine Researches. The Edinburgh New Philosophical Journal, vol. 36., 1844.

2. E. FORBES: Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea, and on their Distribution, considered as Bearing on Geology. Rep. Brit. Assoc. Adv. Sci., 1843.
3. W. DEECKE: Faciesstudien über europäische Sedimente. Berichte d. Naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br. Bd. 20., 1913—1914.
4. E. FRAAS: Die Bildung der germanischen Trias, eine petrogenetische Studie. Jahreshefte d. Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg, Jahrg. 55., 1899.
5. WEDEKIND: Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Berlin, 1916.
6. de STEFANI: Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. Annales de la Société Géologique de Belgique, tome 18., 1890—1891.
7. TH. FUCHS: Was haben wir unter der „Tiefseefauna“ zu verstehen und durch welches physikalische Moment wird das Auftreten derselben bedingt? Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1882.
8. TH. FUCHS: Über die untere Grenze und die bathymetrische Gliederung der Tiefseefauna. Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1882.
9. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrbuch f. Mineralog. etc. Beilage Bd. 2., 1883.
10. K. ANDRÉE: Über stetige und unterbrochene Meeressedimentation, ihre Ursachen sowie über deren Bedeutung für die Stratigraphie. Neues Jahrbuch f. Mineralog. etc. Beilage Bd. 25., 1908.
11. E. HAUG: Traité de Géologie. Paris, 1908—1911.
12. L. STRAUZ: Az északkeleti Cserhát mediterrán fáciesei. (Über die Fazies des Mediterran im nordöstlichen Cserhát.) Eötvös-füzetek Budapest, 1924. (Nur ung.)
13. L. STRAUZ: Az északkeleti Cserhát torton fáciesei. (Über die Fazies des Tortonien im nordöstlichen Cserhát.) Mathemat. Term. tud. Értesítő, Budapest, 1922. (Nur ung.)
14. L. STRAUZ: Fácies tanulmány a tétényi lajtameszekben. (Über die Faziesverhältnisse der Tétényer Leithakalke.) Földtani Közlöny, Budapest, 1923.
15. L. STRAUZ: A biai miocén. (Über das Miozän von Bia.) Földtani Közlöny, 1923, Budapest.
16. L. STRAUZ: Mecsekjánosi, Szopok és Mecsekpölöske környékének geológiája. (Über die geologischen Verhältnisse der Gegend von Mecsekjánosi, Szopok und Mecsekpölöske [im Komitate Baranya]). Földtani Közlöny, Budapest, 1923.
17. L. STRAUZ: Die Mediterranschichten des Mecsek-Gebirges. Geol. Pal. Abh. 1927
18. F. KARRER: Über das Auftreten der Foraminiferen in den Mergeln der marinen Uferbildungen (Leithakalk) des Wiener Beckens. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturwiss., Bd. 50., 1864.
19. J. PIA: Geologische Studien im Hölleengebirge und seinen nördlichen Vorlagen. Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1912.
20. K. ANDRÉE: Das Meer und seine geologische Tätigkeit, — in: W. SALOMON: Grundzüge der Geologie, I. 2. Stuttgart, 1925.
21. L. CAYEUX: Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Mémoires de la Société Géolog. du Nord, IV. 2., 1897.
22. K. ANDRÉE: Die wichtigsten Faktoren der marinen Sedimentbildung jetzt und einst. Geologisches Archiv, Bd. 2., 1923.
23. C. DIENER: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien, 1925.
24. L. STRAUZ: Zebegény és Nagymaros környékének felsőmediterrán rétegei. (Die Obermediterranschichten der Umgebung von Zebegény und Nagymaros). Annales Musei Nat. Hung., Budapest, 1924.

25. CH. MAYER-EYMAR: Classification des terrains tertiaires conforme à l'équivalence des périhélie et des étages. Zürich, 1884.

26. CH. MAYER-EYMAR: Classification des terrains crétacés conforme à l'équivalence des périhélie et des étages. Zürich, 1885.

27. CH. MAYER-EYMAR: Tableau des terrains de sédiment. (Extrait du Cours de Stratigraphie.) 1888.

28. Die Ergebnisse der Untersuchungsfahrten S. M. Kanonenboot «Drache» in der Nordsee. Berlin, 1886.

IV. Das Aktualitätsprinzip.

Bei den Folgerungen der Fazieskunde kommt immer in Frage, ob man auch in der geologischen Vergangenheit mit jenen physikalischen Umständen rechnen soll, die in der Jetztzeit die geologischen Erscheinungen verursachen oder beeinflussen. Die allgemeine Auffassung des Aktualitätsprinzips in J. WALTER'S Formulierung lautet folgendermaßen (1861):

«Alle Erscheinungen der Vorzeit lassen sich mit Parallelerscheinungen der Gegenwart vergleichen und erklären.»

«Je verbreiteter ein rezenter Vorgang ist, desto wahrscheinlicher ist es, daß er auch in jeder der früheren Epochen vorherrschend war.»

Dieser Standpunkt aber ist, wie auch J. WALTER bemerkt, übertrieben. Vollkommene Gültigkeit besitzt das Aktualitätsprinzip keineswegs, ohne Zweifel waren in älteren Zeiten solche physikalische Umstände vorhanden, die heute nicht mehr existieren und hatten Resultate zur Folge, die heute nicht mehr zustande kommen. In mancher Hinsicht sollten sich die geologischen Erscheinungen von einst und jetzt ähnlich sein; es gibt aber eine gewisse Grenze des Aktualismus (2); jenseits dieser Grenze besteht diese Ähnlichkeit nicht oder ist für uns nicht mehr wahrnehmbar.

In früheren geologischen Epochen war der Mond der Erde näher (3); die Erdumdrehung war schneller. So müssen auch Ebbe und Flut und alle Bewegungen des Meerwassers viel stärker, viel verbreiteter gewesen sein. Übrigens konnten auch die Winde größere Stärke besitzen. Die Temperaturverhältnisse waren von den heutigen grundverschieden; wenn kein kaltes Wasser von den Erdpolen gegen die Tiefen der tropischen Ozeane strömte, dann müßten die Ozeane bis auf den Grund eine hohe Temperatur besitzen; so konnte aber auch die Tiefseefauna von den heutigen abweichende Charaktere besitzen (4). KENDALL geht aber schon sehr weit, indem er die Möglichkeit der Bestimmung der Tiefenverhältnisse in Abrede stellt (5791); «Attempts to determine the approximate depths of the Chalk-sea from the comparison of the Cretaceous fauna with the Molluscan inhab-

itants of the existing seas are unsatisfactory, because there are no grounds for the belief that the low temperatures at present found in the ocean depths prevailed in Cretaceous times; hence temperature did not limit distribution to the extent that it does now.»

Eine Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Tier- und Pflanzenwelt sieht man doch in allen Zeitaltern und zwischen den verschiedenen Fazies läßt sich immer eine solche Relation in Betreff dieser Verteilung erkennen, die der heutigen sehr ähnlich ist. Dies ermöglicht uns mit Hilfe konsequent durchgeführter Faziesbestimmungen Ergebnisse zu erreichen, die, wenn sie auch jenseits einer Grenze nicht mehr als absolut zu betrachten sind, doch richtige Relationen zwischen den einzelnen Bildungen darstellen; nur ihr x -Koeffizient bleibt unbekannt. Z. B. ist die heutige untere Grenze der neritischen Region in einer Tiefe von ungefähr 200 m zu ziehen; es konnte diese Region im Paläozoikum abwärts bis zu einer größeren Tiefe reichen, doch an ihrer unteren Grenze waren die Sedimentationsvorgänge und das organische Leben am meisten jenen ähnlich, die jetzt in einer Tiefe von 200 m zu finden sind und aufwärts oder abwärts davon traten dieselben Änderungen ein, die heute in denselben Richtungen zu konstatieren sind und die auch heute die Sedimente größerer oder kleinerer Tiefen von den genannten unterscheiden lassen.

Als eine wichtige Unterstützung des Aktualismus soll man bemerken, daß die Beleuchtung der Meerestiefen, die den größten Einfluss auf die Verteilung der Lebewelt ausübt, mit der Zeit die kleinsten Änderungen gelitten haben muß (6).

Die bathymetrische Verteilung und die anderen Lebensbedingungen einzelner Tiergruppen haben sich in der geologischen Vergangenheit wesentlich geändert. So wanderten z. B. die Brachiopoden seit dem Paläozoikum von dem Litoral und aus dem seichteren Teile der neritischen Region in größere Tiefen hinab. Solche Änderungen der Lebensverhältnisse werden aber immer, wie es scheint, von anderen Änderungen begleitet; in solchen Fällen werden die betreffenden Organismen seltener oder gewinnen dann erst eine große Verbreitung, oder ihre Größe, bzw. ihre Gestalt ändert sich wesentlich. [Dieser Satz kann aber nicht umgekehrt werden]. Darum darf man doch auch infolge einer logischen Erwägung bei jenen Tiergruppen eine auch in der Vergangenheit mit der heutigen gemeinsame Lebensweise voraussetzen, deren Gestalt und Häufigkeit in der Vergangenheit dieselbe war, wie jetzt. Mit der größten Wahrscheinlichkeit ist aber die Beständigkeit der Verbreitung der Lebensgemeinschaften anzunehmen. Darin leben die Tiere und Pflanzen aus verschiedenen systematischen Gruppen unter

den mannigfaltigen Einwirkungen ihrer Umwelt miteinander. Solche vollkommen parallele Änderungen der physikalischen Vorgänge, nach denen dieselben Organismen in derselben Relation zu einander ihre Lebensbedingungen wieder auffinden könnten, kann man sich kaum vorstellen. Darum liefert das Studium der Lebensgemeinschaften die wertvollsten Ergebnisse in der Fazieskunde.

* * *

LITERATUR

1. J. WALTHER: Allgemeine Palaeontologie. Berlin, 1919.
2. K. v. HOFF: Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. 1822—41.
3. E. REYER: Geologische Prinzipienfragen. Leipzig, 1907.
4. TH. FUCHS: Über einige Punkte in der physischen Geographie des Meeres. Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1882.
5. P. F. KENDALL: On the Conditions under which the Upper Chalk was deposited. Report of the British Assoc. Adv. Sci., 1896.
6. TH. FUCHS: Was haben wir unter der «Tiefseefauna» zu verstehen und durch welches physikalische Moment wird das Auftreten derselben bedingt? Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1882.

V. Die Beweisführung in der Fazieskunde.

Es ist schon unentbehrlich, die in der Fazieskunde brauchbaren Beweisführungen zu bestimmen. Da gab es bisher nicht die geringste Einigkeit unter den Fachleuten, z. B. wird das reiche Vorkommen der Molluskengattungen *Lima* und *Pecten* in einem gewissen Sedimente von TH. FUCHS (1) als Beweis einer Entstehung in der Flachsee aufgefaßt, nach HUME (2) aber soll dieses die Tiefsee beweisen. Die Tiefe, die durch die Häufigkeit der genannten Gattungen charakterisiert wird, ist nach FUCHS 40, nach HUME 700 m. Die Sache steht aber eigentlich so, daß das Überwiegen dieser kalzitschaligen Muscheln in gewissen Sedimenten nicht auf die bathymetrischen Verhältnisse, sondern auf Erscheinungen der Diagenesis zurückzuführen ist: in den betreffenden Bildungen wurden die Reste der aragonitschaligen Mollusken aufgelöst, die kalzitschaligen sind aber unverletzt geblieben; daher müssen die letztgenannten allerdings überwiegen, wenn sie ursprünglich auch keine größere Rolle gespielt haben.

Im allgemeinen gibt es sehr wenig Beweise, die nicht schon in einem entgegengesetztem Sinne gebraucht worden wären. Das Vorkommen des Glaukonits in einem Sedimente wird von vielen Autoren als Beweis der kleinen, von anderen als Beweis der großen Wassertiefe gebraucht. Die

Kriechspuren verschiedener Tiere sind allgemein gebrauchte Beweise des Ufers; TH. FUCHS aber schreibt (3536): «Die Kriechspuren von Würmern, welche sich so maßenhaft an der Oberfläche namentlich der Sandsteinbänke finden, deuten auch auf große Ruhe und mithin indirekt auf größere Tiefe». Auch die Mächtigkeit der Schichten wird als Zeichen der entgegengesetztesten Tiefenverhältnisse aufgefaßt.

Unter den möglichen und richtigen Beweisen möchte ich hier nur die geologischen und paläontologischen Beweise behandeln. Die petrographische Untersuchung der Gesteine liefert gewiß wertvolle Angaben zur Bestimmung der bathymetrischen Verhältnisse; sie gehört aber schon in eine andere Wissenschaft, die mit anderen Methoden, von der geologischen Fazieskunde getrennt arbeiten muß. Nur die Endergebnisse der beiden Wissenschaften sind zusammenzustellen und in Einklang zu bringen.

Es wäre von großer Bedeutung, in den Beweisführungen der Fazieskunde eine einheitliche Methode zu befolgen. Ich selbst legte in meinen Faziesstudien immer das größte Gewicht darauf, eine zuverlässige Methodik zu finden. In diesem Abschnitte werde ich behandeln, welche bisher gebrauchten Beweisführungen ich für unrichtig halte und welche ich selbst gebrauchen will. Zur Rechtfertigung meiner Methode soll zuerst angeführt werden, daß sie nicht bloß das Ergebnis theoretischer Überlegungen, sondern vielmehr eine praktische Lehre ist, die aus meinen fünfjährigen Faziesstudien über das Miozän in Ungarn gewonnen und für andere Formationen in meinen Untersuchungen in Ungarn, Deutschland und England bestätigt wurde.

Natürlich kann auch diese Methode keine mathematische Genauigkeit und Bestimmtheit erreichen und die subjektive Auffassung des Beobachters nicht ausschließen. Wenn ich auch voraussetze, daß zwei einander entsprechende Lebensgemeinschaften immer als Beweise gleicher Tiefenverhältnisse aufgefaßt werden sollen, ist die Möglichkeit immer vorhanden, daß die betreffenden zwei Lebensgemeinschaften durch den ersten Autor als gleiche, durch einen anderen als von einander wesentlich verschiedene betrachtet werden. Eine nicht zu beseitigende Fehlerquelle ist, daß es immer eine ganz subjektive Sache bleibt, welche Arten man für die wichtigsten in einem Vorkommen hält und wie weit man die Häufigkeit der Arten, die Individuenzahl usw. in Betracht zieht. Aber auch bisher war es nicht besser. GROSSOUVRE (4) hebt bei der Bestimmung der Tiefenverhältnisse der Schreibkreide die Schwämme [Hexaktinelliden] als wichtigste Faziesfossilien hervor und bestätigt danach den Tiefseeursprung der Kreide. Gegen GROSSOUVRE's Argumentation steht CAYEUX's Ansicht (5), daß die Schwämme aus der Kreidefauna nicht hervorgehoben werden dürfen, sondern die ganze Fauna zusammen in Betracht kommen muß; sie deutet

auf kleine Wassertiefen hin. Andererseits bestimmt JEFFREYS (6) die Tiefenverhältnisse der Schreibkreide mit Hilfe ihrer Muschelfauna; er kommt zu dem Ergebnis, daß die Kreide eine Flachseebildung ist. Mit der größten Entschiedenheit wies TH. FUCHS (8) diesen Schluß zurück, beanstandete die Hervorhebung der Muscheln und behauptete, daß die Fauna der Schreibkreide in ihrem Ganzen die Tiefseeeigenschaft des Sedimentes unbestreitbar beweist. TH. FUCHS meint, daß die Ammoniten die größte Rolle bei der Lösung der Faziesfragen der mesozoischen Bildungen spielen (3538) und das größte Gewicht auf sie zu legen ist. Meiner Ansicht nach soll man die Ammoniten möglichst vernachlässigen und nie als wichtige Faziesbeweise betrachten [mit der Ausnahme, wenn außer ihnen keine Fossilien in einer Schicht vorhanden sind]. Die Ammoniten müssen gewissermaßen als Problematika behandelt werden [s. a. im Kap. A. 3.], da weder ihre Lebensweise [Hochsee- oder Tiefseetiere, oder sogar Flachseebewohner], noch die Weise, wie ihre Schalen in das Sediment geraten [in situ oder die leeren Schalen weit verfrachtet], aufgeklärt sind.

Vollkommene Exaktheit wird nicht erreicht. Das darf man aber von der Fazieskunde auch nicht verlangen, da es auch von der viel älteren und vorgeschritteneren Stratigraphie nicht erreicht worden ist. Für diesen Mangel der Stratigraphie kann man Beispiele in beliebiger Anzahl anführen. Es gibt noch keine unbestreitbaren Kriterien der Gleichaltrigkeit hauptsächlich im Paläozoikum und Tertiär. So weit wird die Stratigraphie wahrscheinlich nie gelangen, um z. B. von einigen Schichten des Eozäns Obermediterrans (7) widerspruchlos bestimmen zu können, ob sie in das Gruner Niveau, oder in das Tortonien einzureihen sind.

A. UNRICHTIGE FOLGERUNGEN.

Betrachten wir zuerst jene Folgerungen, deren Gebrauch ich für unzweckmäßig halte und vermeiden werde.

I. Numerische Bestimmung der rezenten Verteilung der Fossilengattungen.

Es ist eine sehr verbreitete Methode der Bestimmung der Tiefenverhältnisse, daß man die rezenten Gattungen aus der Fauna herausliest und nach deren heutiger Verbreitung rein numerisch auf die bathymetrische Lage der Fauna schließt. Es kann nicht einen Augenblick zweifelhaft sein, daß diese Methode verfehlt ist. Einerseits ist die Tiefenverbreitung der Genera sehr groß, hauptsächlich wenn die Genera im alten Sinne aufgefaßt

werden, wie es aber in solchen Fällen gebräuchlich ist. Andererseits ist nicht zu bezweifeln, daß eine fossile Art einer jetzt nur in der Flachsee lebenden Gattung auch in größeren Meerestiefen vorkommen konnte, da es auch heute oft der Fall ist, daß eine Art oder einige Arten einer vorwiegend in der Flachsee vorkommenden Gattung in sehr großen Tiefen leben. Die Beständigkeit der Tiefenverbreitung der Gattungen wird auch oft bezweifelt [s. z. B. (8)]. So kann man die Fazies bloß durch die Benennung der darin vorkommenden Gattungen nur in jenem Falle bestimmen, wenn dadurch auch eine Lebensgemeinschaft charakterisiert wird. Wenn man übrigens angibt, daß in einer Miozänschicht die Gattungen

*Pecten**Natica**Ostrea**Turritella**Lucina**Buccinum**Venus**Murex**Dentalium**Pleurotoma*

vorhanden sind, wird die Fazies dieser Bildung gar nicht bestimmt. Aus verschiedenen Arten dieser zehn Gattungen kann ebensowohl eine bathyale Fauna, wie eine aus der seichteren Zone der neritischen Region bestehen:

Die Fauna eines Lithothamnienkalkes

Die Fauna eines bathyalen Tegels

(Tortonien)

(Tortonien)

*Pecten latissimus**P. cristatus**Ostrea lamellosa**O. cochlear**Lucina leonina**L. spinifera**Venus basteroti**V. islandicoides**Dentalium entalis**D. badense**Natica millepuncta**N. helicina**Turritella vermicularis**T. turris**Buccinum caronis**B. restitutianum**Murex trunculus**M. partschi**Pleurotoma sp.**P. ramosa*

Diese zwei Faunen könnten wohl dem Typus der seichteren neritischen und dem der bathyalen Fazies dienen.

Leider ist bei älteren Perioden nicht zu vermeiden, sich bis zu einem gewissen Maße der Gattungen zur Faziesbestimmung zu bedienen. Damit geht viel von der Zuverlässigkeit verloren, aber in diesen Fällen ist das Vergleichsmaterial so ungenügend, daß die Lebensweise der einzelnen Arten sehr selten zu entscheiden ist und in den Lebensgemeinschaften die Rolle der Arten und der Gattungen selten klar vor uns steht. In solchen Fällen

muß man sich vor unbegründeten Parallelen hüten und den Echinoiden der Schreibkreide infolge ihrer Verwandtschaft mit heutigen Tiefseeechinoiden keinen Tiefseecharakter impufieren, denn *Ananchytes* oder *Holaster* stehen ihren tiefseebewohnenden «Verwandten» weit ferner, als *Pecten opercularis* dem *Pecten abyssorum* und auch aus der Tiefenverteilung der ersten *Pecten*-Art kann man nicht auf die der zweiten folgern.

Es ist noch grundloser, aus der Lebensweise des rezenten *Limulus* auf die Flachseennatur der Trilobiten-führenden Schichten zu schließen. Man weiß, daß z. B. *Limulus decheni* ein Süßwasserbewohner war (9), obwohl er in dieselbe Gattung gehört. Die von *Limulus* systematisch sehr weit abstehenden Trilobiten können wegen dieser Verwandtschaft ebensowohl in Flüssen wie in abyssischen Tiefen der Meere gelebt haben. In solchen Fällen ist die Lebensweise der Tiere nur durch sorgfältige paläobiologische Untersuchungen zu bestimmen.

2. Die Proportion der verschiedenen Tiergruppen in einem Sedimente.

Völlig verfehlt sind die Versuche, den bathymetrischen Charakter einer Fauna aus dem prozentuellen Verhältnis der darin vorkommenden Muscheln und Schnecken zu bestimmen [zieht man auch die Zahl der Gattungen, der Arten oder der Exemplare in Betracht]. Von theoretischen Überlegungen kann hier gar keine Rede sein, denn die Beobachtungen über die rezente Verteilung der Mollusken zeigen keinen beständigen Zusammenhang zwischen Tiefe und Proportion der Muscheln und Schnecken [und auch nicht zwischen der Bodenart d. h. Gesteinsart und dieser Proportion]. Im Gegenteil, in jeder Tiefe kann ein Fall vorkommen, daß ein Sediment eine bis 100% nur aus Muscheln oder nur aus Schnecken zusammengesetzte Fauna enthält. Die Vorgänge der Diagenesis, die auf die Erhaltung verschiedener Tierreste verschiedene Wirkung ausüben, machen diese Relation noch unsicherer.

Bei HUME (2) finden wir ein wirksames Beispiel der Faziesbestimmung nach der Proportion der Muscheln und Schnecken. Er bestimmt den Faunencharakter des Upper Greensand in England [mittlere Kreide] damit, daß die Fauna 49% Monomyarier, 30% Dimyarier und 15% Gastropoden enthält. [Die Prozente beziehen sich auf die Gesamtfauuna]. Diese Proportion soll in der Jetztzeit die Tiefen von 30—150 Faden charakterisieren. Da aber der rezente Grünsand [Glaukonitsand] zwischen 100 und 900 Faden zur Ablagerung kommt, muß das genannte Sediment in einer Tiefe von ungefähr 150 Faden abgelagert worden sein.

Ebenfalls unmöglich ist einen Schluß auf die Meerestiefe aus der Proportion zwischen Mollusken und anderen Tiergruppen zu ziehen. Auch sind solche Zusammenhänge durch rezente Beobachtungen nicht erwiesen worden. Unrichtig ist also die Folgerung, der SEGUENZA sich bedient (10), indem er die Tiefseecharaktere der Mergel des Zancleén durch das Überwiegen der Brachiopoden und Foraminiferen beweist und die reiche Molluskenfauna in anderen [miozänen] Schichten bei Messina als Beweis der Flachsee betrachtet.

Aus dem Fossilreichtum oder dem Mangel der Fossilien in einem Gesteine kann man auch nicht auf die bathymetrischen Verhältnisse der einstigen Meere folgern. E. FORBES (11) war noch der Meinung, daß im Ägäischen Meere die Fauna mit der zunehmenden Tiefe stufenweise ärmer wird und hat angenommen, daß das Tier- und Pflanzenleben in einer gewissen Meerestiefe gänzlich aufhört; diese unterste Grenze des Lebens hat er in nicht sehr großen Tiefen vermutet. Doch hat er nicht als eine Tatsache, sondern nur als eine Möglichkeit hervorgehoben, daß die paläozoischen Schiefer und die Scaglia wegen ihres Fossilienmangels als Tiefseebildungen aufgefaßt werden können. Seitdem haben die Tiefseeforschungen erwiesen, daß keine Gesetzmäßigkeit zwischen der Tiefe und dem Reichtum der Fauna besteht. Man weiß schon, daß in jeder beliebigen Meerestiefe ein fossilleeres Sediment oder eine organogene Bildung vorkommen kann. Hauptsächlich ist die Häufigkeit der Fossilien in litoralen Ablagerungen sehr verschieden (12), was an jeder Meeresküste zu beobachten ist; an einigen Stellen findet man eine ungeheure Menge tierischer Reste, anderswo hingegen sieht man auf langen Strecken keine. Alle diese Tatsachen sind schon seit langem bekannt; doch muß man noch im Jahre 1922 solches lesen (13): «Charakteristisch ist ferner für die Hügellandfazies [der Miozän- und Pliozän-schichten] im Gebiet zwischen Tirana und Durazzo der Wechsel von verhältnismäßig geringmächtigen Schichten, die äußerst fossilreich sind, mit mächtigen eintönigen Komplexen von geringerem Fossilinhalt. In dieser Erscheinung spiegeln sich Meeresoszillationen wieder, wie sie im Landgebiet eines Sedimentationstrogos nicht anders zu erwarten sind: es zeigen eben die fossilreichen Schichten die Annäherung der Strandzone an, oder entsprechen derselben, während schon die eintönigeren Zwischenkomplexe wieder auf entfernteres Ufer hindeuten».

3. Problematika als Beweise.

Man darf nie als Grund zu Folgerungen nicht genau erkennbare Fossilreste oder problematische Reste benutzen. Der erste Fall ist leicht

einzusehen. Offenbar können solche Folgerungen nicht für ernst genommen werden, daß der zwischen Kielce und Karczuwka (in Polen) vorkommende Obersilurschiefer eine Tiefseecablagerung sei, weil er gewisse Schalenreste, die von planktonischen Phyllokariden und kleine Chalzedonkugeln, die von Radiolarien „herrühren können“, enthält.

Die Folgerungen mit Hilfe problematischer Fossilien sind ebenso unzuverlässig. Wenn wir nämlich diese Problematika in drei einander gleiche Charaktere besitzenden Vorkommnissen finden, dann werden wir noch nicht wissen, welche von den vielfachen Eigenschaften der drei Vorkommnisse das Vorhandensein jener Problematika ermöglicht haben und welche Eigenschaften darum auch in einem vierten Vorkommnis vorauszusetzen sind. Wenn ich mehrmals Hieroglyphen in mergeligen, fossilleeren, litoralen, durch starke diagenetische Vorgänge beeinflussten Gesteinen finde, dann wird es mir gar nicht klar, ob diese Hieroglyphen mit der Gesteinsart, mit den Einwirkungen der Pflanzen- und Tierwelt oder mit deren Mangel, mit den bathymetrischen Verhältnissen oder mit der Diagenesis in Zusammenhang zu bringen sind. Infolgedessen führen solche Folgerungen sehr oft zu Irrtümern; darum halte ich sie bei der Bestimmung der Fazies für unbrauchbar.

TH. FUCHS (3) schließt aus den Fukoiden und Hieroglyphen der Flyschbildungen auf eine große Wassertiefe, wo das Wasser so ruhig war, daß diese „Kriechspuren“ erhalten geblieben sind. Im Gegensatz zu ihm betrachtet C. DIENER (15) die Hieroglyphen als Beweise des litoralen Ursprungs des Flysch, da sie sich nur im Gebiete zwischen Ebbe und Flut gebildet haben können. Es gibt eine einfache Erklärung, warum diese Problematika so oft in Faziesbestimmungen gebraucht werden. Sie kommen hauptsächlich in solchen Schichten vor, die sonst fossilleer sind (16¹³³); die Geologen sehnten sich aber immer danach, die Faziesverhältnisse solcher Bildungen zu bestimmen, wo die schwächsten Hilfsmittel zur Verfügung standen [Flysch, Schreibkreide, Radiolarit]. In diesen Fällen waren sie gezwungen, sich der unmöglichsten Beweisführungen zu bedienen, während jene Faziesuntersuchungen, die normale, fossilführende, nicht exotische Ablagerungen betreffen und auch zu Ergebnissen führen könnten, möglichst vernachlässigt wurden.

4. Wellenfurchen, Trockenrisse, Bohrlöcher als Kennzeichen der Litoralablagerungen.

Auf die Angehörigkeit der Ablagerungen zu der Litoralzone pflegt man nicht aus Fossilien, sondern aus verschiedenen, z. T. problematischen

Spuren zu schließen. Solche sind die Trockenrisse, Ripplemarks, Wellenfurchen, Sandkegel, Wurmlöcher usw. Ich nehme diese Erscheinungen als Faziesbeweise nicht an. Es ist in den meisten Fällen fraglich, ob sie sich primär zur Zeit der Ablagerung des Gesteins gebildet haben. Es können infolge diagenetischer, oder tektonischer Vorgänge an den Schichtenflächen allerhand Unebenheiten entstehen, die sich nicht leicht von denen der heutigen Meeresufer unterscheiden lassen. Jene Wellenfurchen z. B., die von R. BECK (17) aus dem Labiatenquader [zwischen Schmilka und Herrens-kretschien] beschrieben wurden, scheinen mit den heutigen Wellenfurchen der Strandsedimente nicht übereinzustimmen; sie sind ungefähr einen halben Meter hoch in einer Entfernung von 1—1.5 m voneinander. Die Wellenfurchen kommen heute nicht nur am Ufer vor. Sie bilden sich nach dem HELMHOLTZ'-schen Gesetz und so ist ihre Bildung auch in so großen Tiefen möglich, wo sie unserer Aufmerksamkeit entgehen können. In einer Tiefe von 30—40 Faden ist ihr Vorkommen auf dem Boden des British Channel festgestellt worden (18). Die Hieroglyphen habe ich schon im vorigen Kapitel behandelt. Über Sandkegel, Scolitus, verschiedene Spuren von Bohrlöchern und Luftblasen usw. wurden wertvolle Untersuchungen geleistet (19, 20, 21, 22, 23, 24.); ich möchte sie jedoch als Problematika aus den Faziesbeweisen ausschließen.

Es müssen aber die Fußspuren von Landtieren als Beweise der Angehörigkeit einer Schicht zu den Strandbildungen angenommen werden, denn in diesen Fällen ist weder die Art und Weise der Entstehung, noch deren Ort problematisch. Hauptsächlich aus der Fundy Bay stehen gute Beobachtungen über die rezente Bildung solcher Fußspuren zu unserer Verfügung (25). K. ANDRÉE führt noch eine Möglichkeit an, die auch ich annehmen muß (26¹⁹⁹): «Ganz sicher gehen wir mit dem Schluß auf Strandbildung, wenn marine Konglomerate windgeschliffene Komponenten in sich bergen; das gilt z. B. von Teilen des Oberzechsteinkonglomerates zwischen Frankenberg und Giessen am Ostabfall des Rheinischen Schiefergebirges und von den unterkambrischen Konglomeraten und Quarziten von Lugnas in Westergötland mit ihren windgeschliffenen Dreikantern, Wellenfurchen, Medusensteinkernen».

Ich selbst lege jedoch auf die Fußspuren von Landtieren oder die windgeschliffenen Dreikanter als Faziesbeweise kein Gewicht. Wenn nämlich jene Ablagerungen, die auch diese Merkmale besitzen, fossilführend sind, dann ist ihre Fazies mit Hilfe der Fossilien bestimmbar; wenn sie aber fossilleer sind, dann spielen sie keine bedeutendere Rolle in der Fazieskunde, nur in der Paläogeographie, von der ich jetzt aber absehen will.

5. Unrichtige petrographische Folgerungen.

Wie die petrographischen Faziesstudien an sich berechtigt sind, so unrichtig ist es, im Bereiche der geologischen Fazieskunde die Faziesverhältnisse aus oberflächlichen lithologischen Beobachtungen feststellen zu wollen. Doch sind solche Folgerungen allgemein verbreitet. Natürlich wurden, wie es mit den meisten Faziesbeweisen geschah, auch die meisten lithologischen Eigenschaften als Beweise der verschiedensten Standpunkte gebraucht. Sehr oft werden Kalk und Ton als Gegenteile in der bathymetrischen Verteilung gegenübergestellt. Nach einigen Autoren deutet aber der Kalk auf größere Meerestiefe (27) oder auf die Entfernung der Küste (28), da kein klastisches Material [oder nur wenig] im Sedimente vorhanden ist, und der Ton als Klastikum auf kleinere Tiefen oder Strandnähe hin. Nach anderen [z. B. ELBERT (29)] vermehrt sich der Tongehalt der Gesteine mit der Tiefe. ELBERT meint, die Tiefenfolge der Gesteine im Angoumien des Teutoburger Waldes folgendermaßen festsetzen zu können, [in einer Ordnung nach der zunehmenden Tiefe]; Grünsand, Pläner, Kalkmergel. K. ANDRÉE stimmt der Meinung ELBERT's nicht zu (30), doch bestimmt er die Tiefenfolge auch nach den Gesteinscharakteren: Grünsand, Kalkmergel, Pläner. Und so schöne reiche Faunen finden sich in den genannten Schichten, daß sie die Bestimmung der Fazies meiner Ansicht nach ganz unbestreitbar machen: die drei verschiedenen Gesteinsarten entsprechen nicht verschiedenen Meerestiefen, sondern alle drei gehören in die seichteste [höchstens bis in die mittlere] Zone der neritischen Region [s. später bei den Faziesverhältnissen der Kreide]. TH. FUCHS spricht schon ganz entschieden gegen die Faziesbestimmungen nach Gesteinsarten (3) und weist darauf hin, daß grobe klastische Materiale bis zu einer Tiefe von 500—600 Faden vorkommen. Heute, nach den Ergebnissen der vielen Meeresforschungen weiß man genau, daß in jenem Bereiche, in den fast alle Meeressedimente gehören, also vom Litoral bis in die bathyale Region hinab, Kalk, Ton und Sand im jeder Tiefe verbreitet sein können und ihr Wechsel keine solche Gesetzmäßigkeit zeigt, die bei der Bestimmung der Wassertiefen angewandt werden könnte. Doch sind gröbere klastische Gesteine [Konglomerate, Breccien] kaum in größeren Tiefen, als am Litoral und im seichteren Neriikum zu erwarten.

6. Auflösung der kalkigen Tierreste.

Zu den lithologischen Beweisen soll man eigentlich auch jene rechnen, die zu der Bestimmung der Meerestiefe aus der Erhaltung tierischer Reste dienen. Es kommt sehr oft vor, daß man aus der Auflösung der Kalkschalen von

Mollusken auf große Tiefen schließt. F. WAHNER (31, 32) erläutert die eigentümliche Erhaltung der Adnethkalkammoniten, so, daß die Schalen der gestorbenen Ammoniten in die Tiefe sanken, dort auf dem Meeresboden ihre untere Hälfte vom Sedimentmaterial eingebettet oder in den Boden eingedrückt und darum erhalten, während die obere Hälfte aufgelöst wurde. Da die Auflösung des Kalkes nur in sehr großen Tiefen [in mehreren tausend Metern] vorkommt, sollten die so erhaltenen Ammonitenschalen zum Beweis einer abyssischen Ablagerung dienen. Die richtige Erklärung solcher Erscheinungen ist am besten von WEPFER (33) dargelegt worden; sie ist nämlich infolge der Diagenesis entstanden [s. im letzten Kapitel des allgemeinen Teils]. Aber durch eine einfache Überlegung wird einem jeden klar sein, daß die Idee dieser Auflösung auf dem Tiefseeboden nicht zu halten ist. Denn — 1. unter dem großen Druck in mehreren tausend Metern Tiefe müssen die Möglichkeiten der Auflösung in einer Tiefe von 2 cm unter der Bodenoberfläche ungefähr so sein, wie im Wasser selbst. — 2. Die Sedimentation geht so langsam vor sich, daß die unteren Ammonitenhälften schon seit langem aufgelöst worden wären, bevor sie durch das zur Ablagerung kommende Material eingebettet worden wären. — 3. In großen Tiefen ist der Meeresboden so hart (43), daß das unbedeutende Gewicht der Ammonitenschalen nicht genug sein konnte, sich in den Boden einzudrücken.

Durch die teilweise Auflösung des Kalkes beweist F. FRECH die Tiefseennatur der devonischen Kramenzelkalke des Rheinischen Schiefergebirges (35) und die der Wengener Knollenkalke der Balatongegend in Ungarn (36). K. ANDRÉE bezweifelt die abyssische Entstehung der Kramenzelkalke (30), indem er bemerkt, daß die Auflösung des Kalkes auch in geringeren Wassertiefen stattfindet. Gegen die abyssische Natur der Wengener Knollenkalke wendet C. DIENER (15) ein, daß ihre Ammonitensteinkerne die Spuren einer Abrollung tragen, was in tiefen Wassern ausgeschlossen ist. Diese zwei nicht allzu starken Argumente sind überflüssig, wenn man die schon erwähnte Rolle der Diagenesis in Betracht zieht. Eine komplizierte und unverständliche Voraussetzung dachte sich E. FRAAS aus. Nach ihm (37¹⁸²) «findet [im alpinen Jura] das Vorkommen ausschließlicher Steinkerne von Petrefakten ohne irgend welche Spur der Kalkschalen eine Erklärung in der Annahme, daß die Tiere anfangs in einer Tiefe eingebettet waren, wo die Schale sich erhalten und einen genauen Abdruck hinterlassen konnte, später aber durch weitere Senkung in jene Tiefe kamen, in welcher sie sich auflösen mußten.» Diese Voraussetzung ist nicht nur unrichtig, sondern ein böhmisches Dorf. Wenn diese nachträgliche Auflösung auf dem Tiefseeboden stattfindet, dann wird zu jeder Zeit eine größere

Meerestiefe für die Auflösung der Kalkschalen in einer gewissen Schicht und zugleich eine kleinere Tiefe für die ungestörte Einbettung der Fossilien des eben darüber folgenden Niveaus bedingt.

Nach G. STEINMANN (38) stammen aus sehr tiefem Wasser jene Kalksteine, die eine Knollenstruktur und angefressene Beschaffenheit der Schichtflächen [Ätzsuturen] zeigen. Auch K. ANDRÉE hält die Ätzsuturen für Beweise großer Meerestiefen (39). WEHNER (32) schreibt den Mangel gewisser Juraschichten an Foraminiferen der Auflösung in der Tiefsee zu. Die Foraminiferen waren in den obersten Schichten des Meerwassers im Mesozoikum sehr verbreitet, sollen also auch in die Ablagerungen größerer Tiefen hineingekommen sein, aber in den sehr großen Tiefen wurden sie aufgelöst und in diesen Fällen deutet ihr Fehlen auf abyssischen Ursprung hin. Aber die Foraminiferen sind in der Jetztzeit ebenso oder noch mehr verbreitet als im Mesozoikum und doch finden sich in allen Tiefen auch foraminiferenlose Ablagerungen.

Im allgemeinen dachte man daran nicht, daß die Auflösung auch nachträglich, nicht auf dem Meeresboden stattfinden konnte. KENDALL aber strebt auch danach, indem er die abyssische Natur der Schreibkreide beweist (40), nachweisen zu können, daß die Auflösung der Aragonitschalen zur Zeit der Ablagerung, nicht nachträglich geschah; dafür soll zeugen, daß [in dem Upper Chalk, England] nicht nur diese Schalen, sondern auch die Schalenabdrücke und Steinkerne der aragonitschaligen Tiere fehlen. Dagegen muß man bemerken, daß die diagenetischen Vorgänge auch die Abdrücke und Steinkerne abwischen können. So steht es bei vielen Kalksteinen, hauptsächlich bei Korallenriffbildungen, wo die ursprüngliche zoogene Struktur oft kaum zu erkennen ist. HEBERT beschrieb die Spuren aragonitschaliger Mollusken in der Kreide von Meudon (41) [s. auch (63)]; die Abdrücke befanden sich auf den Schalen der sich anheftenden kalzitschaligen Muscheln, z. B. am Wirbel der *Ostrea*. Übrigens waren auch hier keine Steinkerne oder Abdrücke der Aragonitschalen im Gestein und es kann nicht bewiesen werden, daß sie zur Zeit der Ablagerung aufgelöst worden wären.

TH. FUCHS hat sehr schön nachgewiesen (3 und 42), daß eine teilweise Auflösung der Kalkschalen im Gesteine infolge der Diagenesis stattfinden kann. Durch diese Vorgänge verschwinden die aus dem leicht löslichen Aragonit bestehenden Schalen, doch die Kalzitschalen bleiben unversehrt. Hauptsächlich ist es bei den Aptychenkalken von Nennwert, in denen die Ammonitenschalen [Aragonit] zwar nicht, wohl aber die Aptychen [Kalzit] erhalten geblieben sind. Trotzdem bestand noch die Ansicht (43), daß die Aptychenkalke sich so gebildet haben, daß die Schale der

abgestorbenen Ammoniten an der Oberfläche des Meeres schwebten und weggetrieben wurden, während die schweren Aptychen sich von ihnen trennten und in die Tiefe sanken, wo sie in Aptychenschichten aufgehäuft wurden.

K. ANDRÉE nimmt die Erklärung von FUCHS über die Entstehung der Aptychenkalke nicht an (30419); widerlegen kann er sie aber nicht.

Sehr auffallend ist die verschiedenartige Erhaltung der kalzitschaligen und aragonitschaligen Tiere in vielen jüngeren Grobkalken. Die erstgenannten besitzen die unverletzten Schalen, die letzteren wurden aber nur als Steinkerne erhalten [z. B. bei den miozänen Leithakalken].

Auf Grund des Gesagten ist klar, daß ein Teil der Fauna nachträglich aus dem Gestein infolge der Vorgänge der Diagenesis verschwinden kann. Darum darf ihr Fehlen nicht den Meerestiefen zugeschrieben und nicht als Beweis einer Auflösung am Meeresboden betrachtet werden. In den Aptychenkalken deutet die Häufigkeit der Aptychen und das Fehlen der aragonitschaligen Tiere nicht auf eine Entstehung in der Tiefsee hin.

Ich möchte die Aufmerksamkeit auf eine eigentümliche Erscheinung lenken. In einigen sandigen Schichten sind die aragonitschaligen Muscheln und Schnecken bei weitem häufiger als die kalzitschaligen Tiere, ja sogar fehlen die letzteren vollkommen. Ein auffallendes Vorkommen ist das des gelben Obermediterransandes mit *Columbella carinata* in den Herrschaftswingärten östlich von Mecsekszabolcs [in Südungarn] (44). Hier konnte ich, obwohl die Faziesverhältnisse der ganzen Umgebung in jeder Beziehung sehr eingehend bekannt sind, keine Auslegung des Fehlens der Kalzitschalen geben. Auf mich machte dieses Vorkommen den entschiedenen Eindruck, daß hier die Kalzitschalen mit Ausnahme von *Anomia ephippium* nachträglich aufgelöst wurden, die Aragonitschalen aber erhalten blieben. Es wäre aber sehr schwer eine chemische Erklärung dieser Erscheinung zu geben.

7. Die Mächtigkeit der Schichten als Beweis für die Tiefenverhältnisse.

Keineswegs dürfen die Faziesbestimmungen auf die Mächtigkeit der Schichten gegründet werden. Es hat keine allgemeine Gültigkeit, daß sich die Flachseeablagerungen schneller bilden als die Ablagerungen größerer Tiefen und daß darum die erstgenannten mächtiger wären, als die letzteren. Die tiefsten abyssischen Sedimente lagern sich gewiß sehr langsam ab, [man muß aber bemerken, daß die diesbezüglichen Beobachtungen gar nicht befriedigend sind]; doch ist in jenen Tiefen, wohin die meisten geologischen

„Tiefseebildungen“ gehören, die Geschwindigkeit der Sedimentation sehr verschieden. Diese Tatsachen sind allgemein bekannt, wurden jedoch auch in den neuesten Faziesstudien kaum im Auge behalten. Außerdem ist am schwersten zu entscheiden, ob eine Schicht oder Schichtengruppe dick ist oder nicht. Das muß man nämlich so verstehen, daß der Zeitraum, in dem sich eine Schicht gebildet hat, auch nicht annähernd bekannt ist. Wenn eine Schichtengruppe eine Mächtigkeit von 10 m erreicht, dann ist ihre Ablagerung sehr schnell gewesen, wenn diese Ablagerung in x Jahren stattgefunden hat; sie ist aber sehr langsam gewesen, wenn sie auf eine Dauer von $10 \times$ oder $100 \times$ Jahren zu rechnen ist. Argumente, wie diese sind für die Geschwindigkeit der Ablagerung völlig bedeutungslos: daß z. B. Plicatulen auf die leeren Echinoideenschalen angeheftet leben konnten, ehe sie eingebettet worden wären. Die einzige Möglichkeit ist also, die verschiedenen Bildungen miteinander zu vergleichen und zu bestimmen, wie die Relation zwischen in demselben Zeitraum gebildeten Schichten ist. Wenn man aber in Betracht zieht, wie unzuverlässig die Parallelen sind, wird man gar nicht hoffen, die Sedimente desselben Zeitraums sondern zu können. Das ist hauptsächlich im Tertiär unmöglich, weil dort keine beständigen Horizonte zu bestimmen sind. Dies macht schon die genannte Methode der Faziesbestimmung unmöglich. Es gibt aber noch eine Schwerfälligkeit dabei: eine schnelle Sedimentation wird auch der Tiefsee zugegeben, wenn es sich um eine Geosynklinale handelt [s. z. B. (45)]. Die Identifikation einer Geosynklinale ist aber nur dadurch möglich, daß darin auch die Tiefseebildungen schnell zur Ablagerung kamen und eine große Mächtigkeit erreichten. Das ist aber ein unverkennbarer *circulus vitiosus*.

Die Mächtigkeit der Schichten wird sehr oft als Beweis der Faziesverhältnisse hervorgehoben. Nach WEHNER (31) deutet die langsame Sedimentation der triadischen bunten Cephalopodenkalke der Alpen und der Adnethkalke auf ihre Tiefseeeatur hin. Er geht so weit (32), mit ähnlicher Argumentation gewisse Bildungen mit solchen an der Grenze des heutigen Globigerinenschlammes und roten Tiefseetones zu vergleichen. Um auch ein neueres Beispiel zu zitieren, erwähne ich, daß C. DIENER (15) die große Mächtigkeit der Scaglia gegen ihre Tiefseeeatur anführt. Dieselben Gründe wurden aber auch als Beweise für entgegengesetzte Meinungen gebraucht, wenn TH. FUCHS (2569) schreibt, daß «die Tiefseebildungen um so mächtiger sind, je reiner ihr Tiefseeearakter ausgeprägt ist und die Litoralbildungen um so mehr zusammenschrumpfen, je typischer sie ihren litoral Charakter zeigen.»

Wenn in einer Schichtenfolge eine Lücke zu bemerken ist, die Fauna

einer oder mehrerer Horizonte fehlt, oder auch kein Sediment in einer gewissen Zeit zur Ablagerung gekommen ist, das Terrain aber wahrscheinlich vom Meer bedeckt war, so werden diese Erscheinungen oft der großen Meeres-tiefe zugeschrieben. Es sollte nämlich kein klastisches Material in die allzu-großen Tiefen gelangen und die organischen Reste alle aufgelöst sein. Solche Folgerungen brauchen WEHNER (32) und LOWE (46). Hingegen weiß man ganz genau, daß die genannten Erscheinungen, das Fehlen der Fauna und des Sediments in den verschiedensten Meerestiefen vorkommen und nicht charakteristisch für die Tiefsee sind [s. z. B. K. ANDRÉE] (30).

Ebensowenig darf man daraus auf die Tiefenverhältnisse schließen, daß gewisse Schichten in einer Richtung an Mächtigkeit gewinnen, verlieren oder sogar auskeilen. HUME schreibt (220): «It will be generally conceded that those zones which consist of detrital materials will thin seaward, whilst those of deeper sea origin, more rich in calcareous components, will thin landward.» In diesen paar Sätzen steht beinahe kein richtiges Wort. Das detritische Material darf nicht als Flachwassersediment den Tiefseesedimenten gegenübergestellt werden; die detritischen Sedimente können ebensowohl gegen die Flachsee wie gegen die größeren Tiefen auskeilen. Es gibt kein Gesetz, daß die Bildungen größerer Tiefen kalkreich sind [s. z. B. (47)] und gilt nicht, daß die kalkigen Sedimente in der Nähe des Strandes an Mächtigkeit verlieren sollten. Mit Folgerungen, wie sie HUME benutzte, könnte man leicht beweisen, daß der miozäne Leithakalk oder der rezente Lithothamnienkalk die Ablagerungen größerer Tiefen seien, gegenüber dem strandnahen miozänen Badener Tegel oder dem rezenten Blauschlick.

Es ist allgemein bekannt, daß der Meeresboden während der Sedimentation langsam sinken kann und deshalb mächtige Schichtenkomplexe in der Flachsee zur Ablagerung kommen. Doch schrieb SUPAN (48), indem er die Permanenz der Ozeane behandelt: «Übrigens kennen wir marine Bildungen von vielen tausenden Metern Mächtigkeit und damit ist der Beweis erbracht, daß sich echt ozeanischer Tiefboden in Festland verwandeln kann.» K. ANDRÉE (30) macht uns auf die Unrichtigkeit dieser Behauptung aufmerksam.

8. Die Korrelation der Fazies.

Es wird wahrscheinlich die Mißbilligung vieler Fachleute hervorrufen, daß ich das bisher vielleicht in der weitesten Allgemeinheit anerkannte Gesetz der Fazieskunde, das der Korrelation der Fazies, in der Faziesforschung für unbrauchbar erkläre und restlos verwerfe. Meiner Ansicht nach darf

immer nur eine Schicht einer Lokalität allein, von den benachbarten Bildungen getrennt in Betracht gezogen und als Einheit behandelt werden. [Vgl. das Gegenteil bei J. WALTHER (49⁴⁹⁷)]. Das Korrelationsprinzip ist das Ergebnis bloßer logischer Erwägungen, die ich bestreite; durch geologische Beispiele kann es nicht bestätigt werden, wegen eines auf der Hand liegenden circulus vitiosus.

In seiner «Einleitung in die Geologie» schreibt J. WALTHER (50¹⁹⁵): «Grundgesetz ist es, daß nur solche Lebensbezirke zeitlich aufeinander folgen können, welche in der Gegenwart räumlich nebeneinanderliegen.» Das nehme ich nicht an. Man weiß, daß der Meeresboden wie das Festland durch schnelle oder durch «langsame» Hebung oder Senkung in einer in geologischem Sinne sehr kurzen Zeit bedeutende Niveauänderungen erleiden können. Es wird nur eine Niveauänderung von 150—200 m benötigt, damit über eine Schicht nicht eine neben ihr liegende, sondern eine grundverschiedene Fazies kommt. Solche Hebungen und Senkungen müssen nicht unbedingt wahrnehmbare Spuren hinterlassen. Daß sie durch tektonische Merkmale nicht immer kenntlich gemacht werden, wird dadurch bestätigt, daß heute viele marine Bildungen über dem Meeresspiegel in horizontaler Lagerung und ohne auffallende Störungen zu finden sind. In solchen Fällen wäre die Niveauänderung hauptsächlich aus getrennten Aufschlüssen nicht zu konstatieren. Es gibt viele Fälle, daß zeitlich nicht unvermittelt aufeinanderfolgende Schichten konkordant aufeinander liegen; oft ist es sehr schwer, eine Diskordanz zwischen dem Upper Chalk und dem Lower London Tertiary aufzuzeigen, obwohl das Terrain hier vor dem Dänen aus dem Wasser auftauchte und nach dem Montien wieder unter den Meeresspiegel gesunken ist. Oft macht die Natur der Gesteine unmöglich, die Spuren der tektonischen Störungen zu erkennen, z. B. trifft das bei den Korallenriffbildungen zu. In den Molukken findet man (51) die quaternären Korallenriffkalke in einer Höhe von 500 m über dem Meere. Wenn diese Riffe so tief gesunken wären, wie hoch sie gehoben wurden und erst in 500 m Tiefe die Möglichkeit gegeben wäre, daß sich eine Ablagerung darauf hätte bilden können, dann würde auf dem seichten neritischen Riffkalk eine Bildung aus dem tieferen Teile der bathyalen Region folgen. Wegen der ursprünglichen Unebenheiten der Oberfläche und der ungeschichteten, regellosen Struktur der Riffbildung wäre es keineswegs zu bestimmen, daß sie eine beträchtliche Niveauänderung erlitten hat, wenn auch die Geschwindigkeit der Senkung tektonische Störungen verursacht hätte. Man kann sich aber sehr leicht solche Fälle vorstellen, in denen der Gebrauch des Gesetzes von der Korrelation der Fazies irreführend ist. Bei K. ANDRÉE (30) liest

man, daß im Meere mindestens bis 900 m Tiefe hinab solche Verhältnisse gegeben sein können, daß entweder nur eine Sedimentation verhindert oder auch die schon abgelagerten Sedimente wieder fortgeschafft werden können. Zu welchen Ergebnissen führt nun die Korrelation der Fazies in den folgenden Fällen:

1. Auf die durch die unterseeische Denudation gestörte Oberfläche einer bathyalen Ablagerung folgt ein in derselben Tiefe gebildetes bathyales Sediment;

2. Aus großen Tiefen wird der Meeresboden bis in die seichtere neritische Zone gehoben: während der Hebung findet keine Sedimentation statt und die neritischen Bildungen liegen konkordant auf denen der großen Meerestiefen;

3. [Dies kann der häufigste und täuschendste Fall sein], sinkt oder wird der Meeresboden in einer in geologischem Sinne kurzen Zeit, jedoch nicht katastrophal gehoben, so sind die Sedimente, die sich im Laufe der Niveauänderung bildeten, so gering, daß ihre Wichtigkeit in Bezug auf die Faziesverhältnisse keineswegs erkannt wird, hauptsächlich, weil sie wahrscheinlich keine Fossilien enthalten werden, da im Laufe der Niveauänderung keine bedeutendere Fauna oder Flora sich den dortigen Verhältnissen anpassen und sich ansiedeln kann.

Die Schwierigkeiten werden dadurch gar nicht vermieden, daß man auch die Denudation sozusagen als ein Schichtenglied oder eine Fazies betrachtet.

Man darf nicht vergessen, daß es sich hier bloß um kleine Tiefenunterschiede handelt, denn die «grundverschiedenen Fazies» entsprechen im allgemeinen nur 100–200 m Unterschieden. Andererseits ist es wohl bekannt, daß große Senkungen des Meeresbodens während der Ablagerung einer mächtigen Flachseesedimentgruppe stattfinden mußten; auf diese Senkungen aber weisen keinerlei Störungen, keine tektonischen Merkmale hin.

Die Korrelation der Fazies kann ebensowenig in Bezug auf die nebeneinander liegenden Bildungen gebraucht werden, wie auf die aufeinander folgenden Schichten. Innerhalb solcher Entfernungen, die in der Geologie «nahe» genannt werden, können jene kleinen Tiefenunterschiede, die die großen Abweichungen der Fazies zur Folge haben, bei den normalen Abhängen des Meeresbodens entstehen. Auch W. DEECKE, der sich sehr oft der Korrelation der Fazies als Methode der Tiefenbestimmung bedient, bemerkt (43¹⁶), daß dicht nebeneinander ganz heterogene Fazies erscheinen können.

Nur in solchen Fällen kann man von der Korrelation der Fazies sprechen, wenn zwischen den übereinander oder nebeneinander liegenden Schichten ein ununterbrochener petrographischer oder paläontologischer Über-

gang zu beobachten ist, wenn also die betreffenden eigentlich nicht selbständig getrennte Bildungen sind. Solche Übergänge befinden sich z. B. im Miozän des nördlichen Teils des Mecsek-Gebirges in Südungarn (44). In diesen Fällen aber ist die Korrelation einfach nichtssagend, da man erst nach der Bestimmung der beiden oder mehrerer Fazies entscheiden kann, daß hier dieses Gesetz gültig ist.

Durch geologische Beispiele kann das Gesetz der Korrelation weder bestätigt, noch widerlegt werden. Eben die Korrelation sollte nämlich jene Beispiele widerlegen, die gegen sie angeführt werden könnten. Es gibt aber viele Beweise, die einen jeden überzeugen können, der nicht zugunsten der Korrelation befangen ist. Auf dem miozänen Schlier, dessen bathyale Fazies nicht bestritten werden kann, lagern an einigen Orten unmittelbar die kalkigen und sandigen Bildungen der seichteren Zone der neritischen Region, an anderen sind aber noch zwei oder drei Schichten aus mittleren Meerestiefen zwischen den beiden genannten Gesteinen zu finden.

So bin ich überzeugt, daß die Richtigkeit der Korrelation der Fazies zu bezweifeln ist. Das ist aber ganz klar, daß dieses Gesetz zu Folgerungen in der Fazieskunde völlig unbrauchbar ist. Es kann nämlich nicht als direkter Faziesbeweis dienen, sondern nur als Kontrolle gegen die Fehler in den Faziesbestimmungen. Da es aber selbst eine bedrohliche Fehlerquelle ist, ist auch dieser Gebrauch unberechtigt. Zwei gelungene Faziesbestimmungen können sehr leicht durch die verfehlte Anwendung der Korrelation verdorben werden und, wenn das Gesetz der Korrelation auch richtig wäre, würde die Bedrohung immer vorhanden sein, daß die Fälle sich nicht erkennen lassen, wo es angewandt werden darf und wo nicht. Wenn man aber die Fazies einer Schicht fehlerhaft bestimmte, dann würde die richtige Bestimmung der benachbarten Schichten nur ohne das Korrelationsprinzip gelingen; bei dem bisherigen Stande der Fazieskunde ist aber dieser Fall einer fehlerhaften Bestimmung einer Schicht gar nicht ausgeschlossen.

Werfen wir jetzt einen Blick darauf, wie das Korrelationsprinzip in den Faziesbestimmungen gebraucht wurde. G. GURICH schreibt von einem devonischen Dolomit aus Polen (14450): «Jedenfalls muß man daraus, daß dieser Dolomit unmittelbar auf Strandbildungen folgt und küstenfernen Bildungen vorausgeht, schließen, daß er aus Ablagerungen einer küstennahen Flachsee entstanden ist.» Er gebraucht also die Korrelation der Fazies nicht nur als Kontrolle, sondern als direkten Beweis; dies würde aber auch dann

nicht zugegeben, wenn man das Korrelationsprinzip anerkennt. C. DIENER (15) bestimmt die Faziesverhältnisse der Schreibkreide mit Hilfe paläontologischer Gründe und bemerkt danach, daß seine Ergebnisse in Bezug auf die Korrelation der Fazies in Einklang damit stehen, daß jene Bildungen in Nordamerika, die mit der Schreibkreide ganz analog sind, sich mit grobsandigen Schiefen und Sandsteinen, d. h. mit Flachseebildungen verzahnen. Wenn man die Korrelation der Fazies annehmen würde, dürfte man sie höchstens in dieser Weise gebrauchen. Doch auch C. DIENER geht in anderen Fällen weiter, indem er schreibt, daß die Scaglia keine Tiefseebildung sein kann, weil sie in Zusammenhang mit Hippuritenkalken steht. [Auch hier führt er gegen die Tiefseeeatur der Scaglia an, daß sie eine zu große Mächtigkeit erreicht]. Man findet in der geologischen Literatur ganz übertriebene Anwendungen des Korrelationsprinzips. Es wird z. B. als Argument gegen die Tiefseeeatur einer Ablagerung vorgebracht, daß auf ihr, wenn auch diskordant, eine konglomeratige Bildung lagert.

In einem gewissen Zusammenhang mit der Korrelation der Fazies steht die sog. «Sukzession» der Pflanzenassoziation. Das liegt daran, daß die einzelnen Assoziationen solche Änderungen des Bodens verursachen, daß er ihren Lebensbedingungen nach einer Zeit nicht mehr entspricht. Er wird aber zugleich günstig für eine bestimmte andere Assoziation, die diesen Platz gleich besetzt. Die Anordnung der nacheinander kommenden Assoziationen ist streng bestimmt. Weniger regelmäßig ist die Sukzession, wenn sie durch die Klimaänderungen verursacht wird.

Ausnahmsweise findet man ähnliche Erscheinungen im Laufe der Sedimentbildung. E. FORBES (11³²⁴) hat beschrieben, daß die Schalen der abgestorbenen *Pecten opercularis* sich am Meeresboden so sehr anhäufen können, daß sie die Eigenschaften des Bodens vollkommen verändern; infolgedessen wird der Boden für die genannte *Pecten*-Art kein geeigneter Wohnsitz und sie muß ihren Platz anderen Lebewesen übergeben. Ähnliche Fälle sind aber sehr selten, da für die Pflanzen- und Tierassoziationen der heutigen Meere, die organogene Schichten bilden, jene Bodenarten am häufigsten ganz geeignet sind, die von ihnen selbst gebildet wurden; in anderen Sedimenten aber wird der Bodencharakter kaum durch die Flora und Fauna, sondern nur durch die Ablagerung des klastischen Materials beeinflusst. Bei Korallenriffen kann es noch vorkommen, daß sie bis über den Meeresspiegel wachsen und dadurch ihre Lebensmöglichkeiten aufhören. Wenn aber danach keine tektonischen Niveauänderungen stattfinden, dann wird

darüber kaum eine marine Bildung folgen. C. WIMAN (52³²²) wirft die Frage auf, ob bestimmte Sukzessionen in älteren geologischen Formationen nachzuweisen wären; er kommt aber zu keinem nennenswerten Ergebnis.

9. Die Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Oft führt die Hypothese von der Permanenz der Ozeane zu falschen Beweisführungen in der Fazieskunde. So verneint W. DEECKE (43), daß die Pteropodenmergel Tiefseebildungen wären, denn «in Europa haben wir im Tertiär überhaupt keine Tiefsee und nur aus diesen Schichten kennen wir Pteropodenmergel.» K. WALTHER bringt gegen die Tiefseennatur der Knollenkalken vor (53²⁴⁹): «Von eigentlichen Tiefseebildungen sind bislang fossil nur ganz vereinzelt Vertreter bekannt.» Der *circulus vitiosus* läßt sich hier leicht erkennen, da man eben auf Ergebnisse der einzelnen Faziesbestimmungen hin folgern könnte, daß keine Tiefseeeablagerungen über dem Meeresspiegel zu finden und die Ozeane permanent seien (54³⁶⁸⁻³⁶⁹); das ist aber keineswegs bewiesen worden. Noch schwieriger steht es mit der Permanenz der Kontinente, denn es ist kaum zu bezweifeln, daß große Kontinentteile in früheren geologischen Zeitaltern versanken. Es ist nicht meine Aufgabe diese Hypothese hier eingehender zu behandeln, es ist aber offenbar, daß die Permanenz der Ozeane nicht gegen die Tiefseennatur gewisser Sedimente angeführt werden darf.

J. WALTHER (55 u. 56) schloß aus dem Fehlen der paläozoischen Elemente in den heutigen Faunen der Tiefsee, daß sich keine Tiefsee im Paläozoikum befand, sondern erst im Mesozoikum entstanden ist und besiedelt wurde. Diese Folgerung kann leicht bestritten werden (s. 30) und darf nur als eine geistreiche Hypothese betrachtet werden, ist aber nicht die einzige mögliche Erklärung. Darum kann auch sie kein Gegenbeweis der Angehörigkeit paläozoischer Schichten zu den Tiefseebildungen sein.

10. Verallgemeinerungen, übertriebene Genauigkeit, falsche Angaben.

Die bisher vorgeführten waren Methoden, die ich bei den Faziesbestimmungen für unbrauchbar halte. Es kommt aber sehr oft vor, daß der Fehler nicht in den Prinzipien liegt, sondern in der Ausführung der Folgerungen; hierher gehören die unbegründeten Verallgemeinerungen, die übertriebene Genauigkeit und die Anwendung falscher Angaben zu den Folgerungen.

a) Auf unrichtige Ergebnisse kann es führen, wenn die für eine Lokalität oder für einen Horizont gültigen Faziesbestimmungen auf größere Gebiete oder auf eine ganze Schichtengruppe verallgemeinert werden. Diesen Fehler begehen meist diejenigen, die in den Faziesstudien immer sehr große Einheiten behandeln. Den geistreichen Auslegungen von C. de STEFANI schadet sehr viel, daß seine Faziesbestimmungen sich meist auf ganze Sedimenttypen, nicht nur auf getrennte Vorkommnisse beziehen (57). Es ist gleichfalls verfehlt, wenn man die Fazies der ganzen Schreiekreide oder des Flysch aus den Verhältnissen einer Lokalität entscheiden will.

Die andere Möglichkeit einer Verallgemeinerung besteht darin, daß man zu der Bestimmung einer Fazies nicht die Fossilien eines Vorkommnisses, sondern die Faunen mehrerer Lokalitäten vereinigt gebraucht, ehe man wüßte, ob die verschiedenen Teile jener Bildung von gleicher Fazies wären; dieses kann aber erst dann entschieden werden, wenn die Fazies der einzelnen Faunen schon bekannt ist. Diese Art der Verallgemeinerung ist also ebenso unrichtig wie die vorher erwähnte.

b) Bei der Bestimmung der bathymetrischen Verhältnisse kann man eine gewisse Genauigkeit nicht überschreiten; so wird wahrscheinlich eine Tiefenbestimmung auf Meter nicht gelingen, hauptsächlich bei dem bisherigen Stand der Fazieskunde. So muß es als eine Übertreibung betrachtet werden, wenn C. DIENER (15) sich nicht damit begnügt, den Dachstein- und Wettersteinkalk zu den Ablagerungen der seichteren Teile des Neritikums einzuteilen, sondern den Ablagerungsraum dieser Bildungen zwischen 10 und 15 m Tiefe präzisieren will. «Die Bänke des Dachsteinkalkes» — schreibt er — «sind nur selten ursprünglich gewachsene Kalkalgenbänke, in der Regel viel mehr aus Kalkalgendetritus zusammengesetzt. Die dickschaligen Megalodonten, die in ihnen oft massenhaft vorkommen, weisen auf sehr geringe Tiefen und den Einfluß der Brandung an der Gezeitengrenze hin.» Meiner Meinung nach sind diese Merkmale dafür nicht genügend, daß eine kleinere Tiefe angenommen werde, als die der normalen Kalkalgensedimente und es ist mir nicht klar, warum diese Tiefe eben bis zu 15 m reichen soll. Die Kalkalgen gedeihen heute in der ganzen äußeren Zone der neritischen Region und können auch in den untersten Teilen dieser Zone nicht in der ursprünglichen Lage, sondern auch angehäuft vorkommen. Übrigens bezweifle ich, daß bei dem Erhaltungszustand dieser triadischen Sedimente so sicher zu entscheiden wäre, ob sich ein Teil der Kalkalgenknollen nicht doch in seiner ursprünglichen Lage befindet. Die charakteristischen dick-

schaligen Muscheln der Kalkalgensedimente leben sowohl in einer Tiefe von 15 wie 50 m; *Megalodus* soll keine Ausnahme bilden und hauptsächlich weist er keineswegs auf den Einfluß der Brandung hin. Auch die englischen Geologen geben die Tiefen, in denen sich die Ablagerungen bilden sollten, oft in Zahlen in Bezug auf einzelne Fälle an; so auch E. FISCHER in seiner Faziesstudie über die Juraschichten Schwabens (58). Ich gebe vor dieser Methode der Zonengliederung den Vorzug, wie ich schon dargelegt habe.

c) Man muß sich sehr hüten, in seinen Beweisführungen nicht von falschen Angaben auszugehen. Das kommt aber oft in den Faziesstudien vor, da die verschiedenen Angaben nicht kritisch durchgearbeitet sind. Z.B. behauptete TH. FUCHS (3495), daß die Bryozoenkalke und Nulliporenkalke sich auch in der Tiefsee bilden könnten und er beweist dies damit, daß die kalkigen Sedimente des berühmten Pourtalès-Plateaus an den Küsten von Florida aus den durch Nulliporen verkitteten Resten von Tiefseetieren beständen. Diese Angabe ist nicht richtig: in den Tiefseesedimenten des Pourtalès-Plateaus sind Pflanzenreste kaum zu finden und die Nulliporen spielen nicht die Rolle darin, die TH. FUCHS ihnen zuschrieb (54659).

Oft gehen die Autoren nicht von offenbar falschen, sondern unbewiesenen Angaben aus, die selbst noch kritisch durchleuchtet werden sollten, ehe sie als Gründe anderer Folgerungen dienen dürften. Auch das kann die Ergebnisse bestreitbar machen. TH. FUCHS (3540) schrieb folgendes, indem er die Tiefseeeigenschaften der mesozoischen Ammonitentone beweisen wollte: «Daß in diesen Schichten sehr häufig Landorganismen wie z. B. namentlich Landpflanzen und Insekten gefunden werden, kann allen diesen Tatsachen gegenüber unmöglich als Gegenbeweis angeführt werden, da ja dieselbe Erscheinung sich auch in den tertiären Radiolarienschiefern wiederholt». Keineswegs ist aber bewiesen, daß die genannten Radiolariensedimente wirklich Tiefseeablagerungen wären [s. z. B. (60)].

* * *

LITERATUR.

1. TH. FUCHS: Über die bathymetrischen Verhältnisse der sogenannten Eggenburger und Gauderndorfer Schichten des Wiener Tertiärbeckens. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturwiss. Cl., Bd. 109., 1900.

2. W. F. HUME: The Genesis of the Chalk. Proceedings of the Geologists Association, vol. 13., 1894.

3. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrbuch f. Mineral. etc., Beilage Bd. 2., 1883.
4. A. GROSSOUVRE: Sur les conditions des dépôts de la craie blanche. Annales Soc. Géolog. du Nord, 1892.
5. L. CAYEUX: Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Mémoir. Soc. Géolog. du Nord, vol. 4., pt. 2., 1897.
6. J. G. JEFFREYS: Report of the British Assoc. Adv. Sci. 1877, Transactions of the Section of Biology, Address by J. G. JEFFREYS.
7. K. PETERS: Die Miocän-Localität Hidas bei Fünfkirchen in Ungarn. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturw. Cl., Bd. 44., 1861.
8. PH. LAKE: Neozoic Geology in Europe. Science Progress, vol. 2., 1895.
9. J. BÖHM: Über *Limulus Decheni* ZINCKEN. Jahrbuch der Preussischen Geologischen Landesanstalt, 1905.
10. J. SEGUENZA: La formation zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire. Bulletin de la Société Géologique de France, 1867-68.
11. E. FORBES: On the Light thrown on Geology by Submarine Researches. The Edinburgh New Philosophical Journal, vol. 36., 1844.
12. E. M. KINDLE: Bottom Control of Marine Faunas as Illustrated by Dredging in the Bay of Fundy. American Journal of Science, 1916.
13. E. NOWACK: Beiträge zur Geologie von Albanien. Neues Jahrbuch f. Mineral. etc. Sonderband 1., 1923.
14. G. GÜRICH: Das Paläozoicum im Polnischen Mittelgebirge. Verhandl. d. Russisch. Mineral. Gesellsch. zu St. Petersburg, ser. 2., Bd. 32., 1896.
15. C. DIENER: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien, 1925.
16. TH. FUCHS: Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. Denkschriften d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturw. Cl., Bd. 62., 1895.
17. R. BECK: Über Litoralbildungen in der sächsischen Kreideformation. Sitzungsberichte der Naturforsch. Gesellsch. zu Leipzig, Jg. 1895-96.
18. A. J. JUKES-BROWNE: The Building of the British Isles. London, 1911, 3. edition.
19. A. G. HÖGBOM: Zur Deutung der *Scolitus*-Sandsteine und Pipe-Rocks. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala, vol. 13., 1915.
20. W. DEECKE: Einige Beobachtungen am Sandstrande. Centralblatt f. Mineral. etc., 1906.
21. K. ANDRÉE: Über Sand- und Sandsteinkel und ihre Bedeutung als Litoralgebilde. Geologische Rundschau, 1912.
22. K. ANDRÉE: Über Kegeltextur in Sanden und Sandsteinen mit besonderer Berücksichtigung der Sandsteinkel des oberen Unterdevon der Umgegend von Marburg. Sitzungsber. d. Gesellsch. Z. Förd. d. Naturwissensch. zu Marburg., 1912.
23. K. ANDRÉE: Geologie des Meeresbodens. Bd. 2., 1919.
24. R. RICHTER: Ein devonischer Pfeifenquarzit. Senckenbergiana, Bd. 2., 1919.
25. CH. LYELL: Notes on some Recent Foot-prints on Red Mud in Nova Scotia, collected by W. B. WEBSTER of Kentville. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 5., 1849.

26. K. ANDRÉE: Das Meer und seine geologische Tätigkeit,—in: W. SALOMON: Grundzüge der Geologie, Stuttgart, 1925.
27. I. J. GOODCHILD: Notes on Carboniferous Lamellibranchs, pt. 3. Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh, vol. 12., 1894.
28. A. MESTWERDT: Über Faziesverhältnisse im Rhät und untersten Lias in Nordwestdeutschland. Jahrbuch d. Preuss. Geol. Landesanstalt. 1910.
29. J. ELBERT: Das untere Angoumien in den Osnigbergketten des Teutoburger Waldes. Verhandlungen des Naturhist. Vereins der Preuss. Rheinlande, Westfalens und des Reg. Bez. Osnabrück. Jg. 58., 1901.
30. K. ANDRÉE: Über stetige und unterbrochene Meeressedimentation, ihre Ursachen, sowie über deren Bedeutung für die Stratigraphie. Neues Jahrbuch f. Mineral. etc. Beilage Bd. 25., 1908.
31. F. WÄHNER: Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. Verhandl. d. k. u. k. Geol. Reichsanstalt, Wien, 1886.
32. F. WÄHNER: Aus der Urzeit unserer Kalkalpen. Zeitschrift d. Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Bd. 22. 1891.
33. E. WEFER: Über die Entstehung von Schichtung. Zeitschrift der Deutschen Geol. Gesellsch., Monatshefte. 1926.
34. A. E. VERRILL: Notice of the Remarkable Marine Fauna occupying the Outer Banks of the Southern Coasts of New England. American Journal of Science, No. 10., 1884.
35. F. FRECH: Lethaa Palaeozoica. II.
36. F. FRECH: Neue Cephalopoden aus den Buchensteiner-, Wengener- und Raibler-Schichten des südlichen Bakony mit Studien über die Wohnkammerlänge der Ammonoiten und über die Lebensweise der Nautilen. Beiträge zur Wissensch. Erforschung des Bala-tonsees, Paläont III., Wien. 1911.
37. E. FRAAS: Scenerie der Alpen. Leipzig, 1892.
38. G. STEINMANN: Geologische Beobachtungen in den Alpen II. Die SCHARDT'sche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolitischen Massengesteine. Berichte der Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br., Bd. 16., 1906.
39. K. ANDRÉE: Das Meer und seine geologische Tätigkeit, — in W. SALOMON: Grundzüge der Geologie I. 2., Stuttgart, 1925.
40. P. F. KENDALL: On the Conditions under which the Upper Chalk was deposited. Rep. British Assoc. Advancement of Science, 1896.
41. HÉBERT: Tableau des fossiles de la craie de Meudon et description de quelques espèces nouvelles. Mém. Société Géologique, ser. 2. V.
42. TH. FUCHS: Über die Entstehung der Aptychenkalke. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften, Wien, 1877.
43. W. DEECKE: Faciesstudien über europäische Sedimente. Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br., Bd. 20., 1913—14.
44. L. STRAUZ: Die Mediterranschichten des Mecsek-Gebirges. Geologische und Paläontologische Abhandlungen, 1927.
45. A. HEIM: Gliederung und Facies der Berrias—Valangien Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschriften d. Naturforsch. Gesellsch. in Zürich, Jg. 52., 1907.
46. F. LÖWL: Geologie. Wien und Leipzig, 1906.

47. J. WINDT—F. BERWERT: Untersuchungen von Grundproben des östlichen Mittelmeeres. Denkschriften d. k. k. Akademie der Wissenschaften, Wien, Mathemat. Naturwiss. Cl., Bd. 74., 1904.

48. A. SUPAN: Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig, 1896.

49. J. WALTHER: Allgemeine Paläontologie. Berlin, 1919.

50. J. WALTHER: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1893—94.

51. K. MARTIN: Reisen in den Molukken, in Ambon, den Uliassern Seran (Ceram) und Buru. Geologischer Teil. Leiden, 1903.

52. C. WIMAN: Über silurische Korallenriffe in Gotland. Bulletin of the Geolog. Instit. Upsala., vol. 3., part 2., No. 6.

53. K. WALTHER: Beiträge zur Geologie des älteren Paläozoicums in Ostthüringen. Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Beilage Bd. 24., 1907.

54. L. AGASSIZ: Report upon Deep-Sea Dredgings in the Gulf Stream during the Third Cruise of the U. S. Steamer Bibb. Bulletin Mus. Comparat. Zoology, Cambridge I., 1863—69.

55. J. WALTHER: Über Entstehung und Besiedelung der Tiefseebecken. Naturwissensch. Wochenschrift, 1904.

56. J. WALTHER: Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig, 1908.

57. CH. de STEFANI: Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. Annales de la Société Géologique de Belgique, tome 18., 1890—91.

58. E. FISCHER: In welchen Meerestiefen haben sich unsere Juraschichten gebildet? Jahreshefte d. Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg, Bb. 68., 1912.

L. F. POURTALES: Der Boden des Golfstromes und der Atlantischen Küste Nordamerikas. PETERMANN's Mitteilungen, 1870.

60. F. EREIER: Die Tripoli von Caltanissetta (Steinbruch Gessolungo) auf Sizilien. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. 24., 1890.

B. BRAUCHBARE FOLGERUNGEN.

In dem Folgenden möchte ich jene Folgerungsmethoden behandeln, die nach meiner Ansicht in der Fazieskunde gebraucht werden sollen. Erstens betrachten wir diejenigen, die die zweckmäßigsten zu sein scheinen und zweitens die weniger zuverlässigen.

1. Numerische Verteilung der Arten in jüngeren Bildungen.

Wenn in einem jüngeren Sedimente viele solche Arten zu finden sind, die auch noch heute leben, dann kann man die Fazies dieses Sediments sehr einfach bestimmen. Man stellt die heutige bathymetrische Verteilung der Daueroossilien zusammen und die sich daraus ergebende mittlere Tiefe

soll die des betreffenden Sedimentes sein. Ebenfalls kann die Übereinstimmung der Arten einer geologischen Bildung mit denen einer anderen von bekannter Fazies nur in jenem Fall als Beweis der Faziesübereinstimmung betrachtet werden, wenn die zwei Bildungen viele gemeinsame Arten enthalten.

Bei den Gattungen dürfen wir sehr große Schwankungen in der bathymetrischen Verteilung in verschiedenen geologischen Perioden als möglich annehmen, bei den Arten aber nicht und hauptsächlich ist kaum die Möglichkeit eines Irrtums zu befürchten, wenn man die Folgerung mit der Berücksichtigung vieler Arten durchführen kann, denn es ist ganz unwahrscheinlich, daß bei allen diesen eine Änderung der Lebensverhältnisse auf einmal eintritt, ohne Veränderung der Artencharaktere.

Diese Folgerungsmethode läßt sich z.B. bei den jüngeren [pleistozänen und pliozänen] Bildungen NW-Europas anwenden, denn es findet sich hier eine sehr große Anzahl solcher Fossilienarten, die auch heute noch in den Meeresfaunen dieser Gegenden vertreten sind; oft ist kaum der Unterschied zwischen den fossilen und rezenten Faunen zu erkennen.

C. DE STEFANI bedient sich dieser Methode in seinen Faziesstudien über die Plioziänschichten von Siena(1). Er vergleicht die Molluskenfaunen dieser Schichten mit den rezenten Faunen des Mittelländischen Meeres; die beiden enthalten sehr viele gemeinsame Arten; so sind auch STEFANI'S Ergebnisse im allgemeinen richtig. H. STUCHLIK aber wendet diese Folgerungsmethode ganz verfehlt an (2), indem er die Faziesverhältnisse der südbayrischen Oligozänmolasse aus der Tiefenverteilung der darin vorkommenden, auch jetzt noch lebenden Dauerfossilien bestimmen will, die einen kleinen und nicht charakteristischen Teil der Faunen bilden. Es ist auch nicht zu verwundern, daß er zu keinen ernsthaften Resultaten kommt.

2. Lebensweise der Fossilien.

Eine andere gute Folgerungsmethode läßt sich in jenen Fällen gebrauchen, wenn in der fossilen Fauna keine oder wenige solche Arten vorkommen, die auch in den Bildungen bekannter Fazies oder rezent zu finden sind. In diesen Fällen strebt man danach, die wahrscheinliche Lebensweise der fossilen Arten bestimmen zu können. Die Faziesverhältnisse der betreffenden Bildung sollen dieselben sein, unter denen heute die Organismen mit derselben Lebensweise leben oder in denen jene physika-

lischen Umstände zu finden sind, die der Lebensweise der Fossilien entsprechen. Diese Folgerungen sind am besten bei strandnahen Sedimenten verwendbar, denn hier verraten viele morphologische Eigenschaften der Tiere die Anpassung an die starke Bewegung des Wassers. Kleinere Tiefenunterschiede bei den küstenferneren Ablagerungen lassen sich aber mit dieser Methode nicht nachweisen. Man muß immer sehr darauf achten, sich nicht unbegründeter paläobiologischer Hypothesen zu bedienen, denn dadurch wird die Möglichkeit zuverlässiger Faziesbestimmungen ausgeschlossen; man darf also nicht behaupten, *Ananchytes* sei ein Tiefseestachelhäuter.

Sehr lehrreich sind die Untersuchungen dieser Art von B. v. FREYBERG (3) über die germanische Trias und die von W. PETRASCHECK (4) über die sächsische Kreide. [S. auch die paläobiologischen Untersuchungen von W. DEECKE, im Centralblatt und in Neues Jahrb. f. Mineral. etc.]

3. Tiefenverteilung der Lebensgemeinschaften.

Die in den meisten Fällen anwendbare Folgerungsmethode ist diejenige, die die Fazies aus dem Vergleich der Lebensgemeinschaften bestimmt; wie ich im Kapitel über das Aktualitätsprinzip dargelegt habe, ist die größte Beständigkeit den Lebensgemeinschaften zuzuschreiben. Darum ist, wenn ähnliche Lebensgemeinschaften in einem rezenten und in einem fossilen Sediment zu finden sind, anzunehmen, daß die beiden in gleicher Meerestiefe entstanden sind und ihre physikalischen Umstände im allgemeinen ähnlich gewesen sind. Eine mehr oder minder ähnliche Folgerungsmethode wurde von den meisten Faziesforschern gebraucht. Ich gründete meine sämtlichen Faziesstudien auf solche Folgerungen.

Wie bei allen möglichen Methoden, so sind auch bei dieser verschiedene Fehlerquellen vorhanden, die nicht zu vermeiden sind. Der größte Mangel dieser Methode ist, daß die Determination der einzelnen Lebensgemeinschaften nicht so präzise durchzuführen ist, daß Mißverständnisse ausgeschlossen wären.

Die drei bisher behandelten Folgerungsmethoden halte ich für die zweckmäßigsten, daraus ergibt sich auch gleich, daß ich die richtigen Wege der Fazieskunde in den paläontologischen (paläobiologischen) Forschungen suche und alle anderen als minderwertig, weniger zuverlässig betrachte. In dem Folgenden führe ich die letzteren Methoden vor.

4. Sedimenttypen.

Wenn die Fauna einer geologischen Bildung nicht reich oder charakteristisch genug ist und die Bestimmung der Fazies nicht ermöglicht, so dürfen wir in einigen Fällen aus dem Sedimenttyp auf die Fazies schließen. Es ist aber eine Schwierigkeit bei diesen Folgerungen, daß es nur wenig solche Sedimente gibt, die jetzt oder einst nur innerhalb beschränkter Grenzen vorkommen; meistens sind sie zu verbreitet [s. Kap. V., A., 5.]. Die oolithischen Bildungen werden aber heute nur am Strand oder in der Nähe des Strandes gefunden und es wird angenommen, daß sie immer nur hier gebildet wurden. Darum darf man, wenn auch keine Fauna in einem Oolith vorkommt, ihn zu dem Sedimente der kleinsten Tiefen rechnen. Dies gilt auch von den Riffbildungen, die wenn sie auch fossil-leer sind, nach den aus der Gesteinsart bestimmaren Riffcharakteren in die seichtere Zone der neritischen Region eingeteilt werden dürfen. Diese Faziesbestimmungen sind natürlich viel weniger zuverlässig, als die nach der Fauna. Man darf aber nie aus dem Glaukonitinhalt eines Gesteins auf seine Fazies schließen, denn wie schon erwähnt, kommt der Glaukonit in den heutigen Meeressedimenten in sehr verschiedenen Tiefen vor und kann in dem Gestein auch nachträglich gebildet werden.

5. Petrographische Beweise.

Die Richtigkeit der petrographischen Faziesstudien nehme ich an, in der geologischen Fazieskunde halte ich aber die petrographischen Folgerungen für weniger wünschenswert. Häufig werden sie bei der Bestimmung der Fazies der Uferbildungen gebraucht, wozu man alle größeren klastischen Sedimente (Konglomerate, Breccien) zu rechnen pflegt. Da diese groben Sedimente in größeren Tiefen nur ausnahmsweise vorkommen, ist die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers so klein, daß er vernachlässigt werden kann. Zum größten Teile durch petrographische Untersuchungen hat J. CAYEUX seine vorzüglichen Ergebnisse in Bezug auf die Kreidebildungen erreicht (5 u. 6).

6. Lagerungsverhältnisse.

Ausnahmsweise können die Lagerungsverhältnisse der Schichten einige Anleitungen für die Faziesbestimmungen geben. Diese sollen aber vielmehr nur als Unterstützungen der aus der Fauna gewonnenen Schlüsse dienen. W. PETRASCHECK (4) zieht bei der Bestimmung der Flach-

wasser=, bzw. Litoralnatur der Klippenfazies der sächsischen Kreide auch ihre Lagerung in Betracht. Auch bei den Riffbildungen können die Lagerungsverhältnisse in Betracht kommen (7), wie schon erwähnt wurde. Wenn sie aber nicht auch durch andere Gründe, hauptsächlich durch die Fauna bestätigt werden, dann können sie leicht angegriffen werden (8 u. 9). In Hinsicht auf die Ablagerungen größerer Tiefen sind die Lagerungsverhältnisse kaum als Faziesbeweise zu gebrauchen. Es wurde dies jedoch z.B. von C. DIENER (107) versucht, der auf die Tiefenverhältnisse des Badener Tegels aus dessen Lagerung im Vergleich zu den Leithakalken folgerte [s. bei dem Miozän].

* * *

LITERATUR.

1. C. de STEFANI: Descrizione degli strati pliocenici dei dintorni di Siena. Bollettino R. Comit. Geolog. d'Italia, 1877.
2. H. STUHLIK: Die Faciesentwicklung der südbayrischen Oligocänmolasse. Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1906.
3. B. FREYBERG: Der Aufbau des unteren Wellenkalks im Thüringer Becken. Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Beilage Bd. 45., 1922.
4. W. PETRASCHECK: Studien über Faciesbildungen im Gebiete der sächsischen Kreideformation. Inaugural-Dissert. Leipzig. Dresden, 1899.
5. L. CAYEUX: La craie du Nord de la France et la boue à Globigerines. Annales Soc. Géolog. du Nord, 1897.
6. L. CAYEUX: Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Mém. Soc. Géolog. du Nord. IV. 2., 1897.
7. A. W. GRABAU: Principles of Stratigraphy. New York, 1819.
8. R. H. TIDEMAN: Roches carbonifères du sud des failles. In: J. E. MARR et R. H. TIDEMAN: La géologie de l'ouest du Yorkshire. Congrès Géologique international, Compte Rendu de la 4-me session, London, 1888, Rep. British Assoc. Advancement of Science 1891.
9. J. E. MARR: On Limestone Knolls in the Craven District of Yorkshire and elsewhere. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 55., 1899.
10. C. DIENER: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien, 1925.

VI. Lebensgemeinschaften.

A. GRESSLY (1) und C. de STEFANI (2) behaupteten, daß die Faunen der verschiedenen Fazies aus verschiedenen Arten zusammengesetzt sind und die Arten der einen Fazies [mindestens in gewissen Gegenden] in den anderen nicht vorkommen. Leider ist dies eine zu optimistische Ansicht. In der Tat gibt es viele Arten, die sehr verbreitet und in vielen verschiede-

nen Fazies zu finden sind, aber auch die besten Faziesfossilien sind am seltensten auf eine einzige Fazies beschränkt. Es ist schon eine gute Faziesfossilie, die ausser ihrem bevorzugten Lebensort nur in den benachbarten Fazies und auch dort in wesentlich geringerer Häufigkeit gedeiht. So müssen wir auf die einfache und bequeme Methode verzichten, daß wir die Fazies nach einigen charakteristischen Arten gleich erkennen könnten. Der Zusammenhang der verschiedenen Elemente der Fauna und Flora, die Lebensgemeinschaft charakterisiert nur die Fazies, denn sie ist, in ihrem Ganzen nur an eine bestimmte Gesamtheit der physikalischen Umstände angepaßt und gebunden. Einerseits erschwert dies die Faziesbestimmungen, denn die Bestimmung der Eigenschaften und der Kennzeichen einer Lebensgemeinschaft bedingt viele Untersuchungen und ermöglicht mehrfache Uneinstimmigkeit zwischen den Fachleuten, während die Folgerungen nach einer oder wenigen Fossilienarten sehr einfach wären. Andererseits ist aber ein großer Vorteil dieser Methode, daß sie von den Änderungen der Lebenswelt verschiedener Zeitalter am wenigsten berührt wird. Die einzelnen Arten haben eine beschränkte Lebensdauer und in den Faunen verschiedener geologischer Perioden sind nur wenige gemeinsam; die Lebensgemeinschaften aber bleiben in ihren Hauptcharakteren sehr beständig. So übernimmt nach einer Zeit die Rolle, die früher eine gewisse Art gespielt hat, eine andere, die ähnlichen Lebensverhältnissen angepaßt ist; sogar ganze Tiergruppen können in einer Lebensgemeinschaft von anderen Gruppen vertreten werden [z. B. die großen dickschaligen Brachiopoden der Korallenrifffazies durch ebensolche Muscheln,] ohne damit eine wesentliche Änderung der Lebensgemeinschaft zu verursachen.

Viele paläontologische Untersuchungen sind noch dazu bedingt, daß die einzelnen Lebensgemeinschaften und ihre Veränderungen in den verschiedenen Perioden genau bekannt seien. Hauptsächlich sind unsere Kenntnisse über das Mesozoikum und Paläozoikum sehr mangelhaft; meine eigenen Untersuchungen sind noch im Fluß. Indem ich jetzt die wichtigeren und leichter erkennbaren Lebensgemeinschaften behandle, kann ich nur die Umrisse schildern und die Wege angeben, wie ich diese Untersuchungen zu fördern gedenke.

1. Aragonitschalige, grabende Muscheln.

Allgemeiner Charakterzug der litoralen Faunen ist, daß die Tiere sich gegen das Fortgeschwemmtwerden wehren. Dies wird entweder dadurch

erreicht, daß sie sich an den Boden oder an andere Lebewesen anheften, oder sich in den Boden eingraben. Das letztere kommt dann vor, wenn der Boden aus losem, feinem Sand besteht. Den wichtigsten Teil dieser Faunen bilden die aragonitschaligen Muscheln mittlerer oder großer Gestalt, aber sie sind hauptsächlich beinahe allein die, die fossilisiert werden können; eine Makroflora ist in diesen Bildungen selten. Die Muscheln graben sich bis zu verschiedenen Tiefen in den Boden und erreichen nur mit ihren langen Syphonen das Wasser. Vor dem Wellenschlag sind sie so vollkommen behütet. Rezente Faunen dieser Art sind sehr verbreitet, z. B. an den Ufern der Nordsee und Ostsee, wo der Salzgehalt nicht sehr unter normal ist. Die verbreitetsten Arten sind *Mya truncata*, *Mya arenaria*, *Solen*, *Macra*. Bei Helgoland spielen die Tellinidae, Mactridae, Solenidae und Anatinidae die größte Rolle (3). Nach JEFFREYS setzt sich dieser Fauentypus in den britischen Meeren aus den folgenden Arten zusammen (4) [verbreitet von 0 bis 10 Faden Tiefe]:

<i>Mya arenaria</i>	<i>Tapes decussata</i>
<i>Thracia papyracea</i>	<i>Mactra solida</i>
<i>Solen siliqua</i>	<i>Lutraria elliptica</i>
<i>Solen vagina</i>	<i>Lutraria oblonga</i>
<i>Ceratisolen legumen</i>	<i>Donax vittatus</i>
<i>Psammobia vespertina</i>	<i>Fragilia fragilis</i>
<i>Tellina baltica</i>	<i>Cardium edule</i>
<i>Tellina tellus</i>	<i>Modiola discors</i>
<i>Tapes pullastra</i>	<i>Mytilus edulis</i>

Die zwei letztgenannten, sowie mehrere *Pholas*-Arten kommen auch auf festem, felsigem Boden häufig vor. — Ähnliche Faunen sind von den Küsten Norwegens ebenfalls bis zu einer Tiefe von 10 Faden bekannt. Im Ägäischen Meere fand E. FORBES (4 u. 5) in 0–2 Faden die folgenden:

<i>Solen siliqua</i>	<i>Tellina planata</i>
<i>Venerupsis decussata</i>	<i>Donax trunculus</i>
<i>Mactra stultorum</i>	<i>Venus decussata</i>
<i>Kellia corbuloides</i>	<i>Cardium edule</i>
<i>Tellina fragilis</i>	<i>Arca noae</i>

Diese Lebensgemeinschaft läßt sich in vielen tertiären Ablagerungen erkennen. Sie kommt im Pliozän von Italien vor (2), im Obermediterran von Ungarn [bei Bia (6)], hauptsächlich aber bei Gauderndorf im Untermediterran des Wiener Tertiärbeckens, wo sie von TH. FUCHS (4) einge-

hend studiert ist. Im Eozän von Südengland ist diese Fazies in einigen Schichten der *Chama*-Beds am Bartoncliff zu finden, mit den Gattungen *Tellina*, *Lucina*, *Axinus*, *Anomia*, *Cardium*, *Panopaea*, *Solen*, deren beide Schalenhälften oft zusammen vorkommen (7). Im Mesozoikum liefern hauptsächlich die Myiden die grabenden Muscheln [*Pholadomya*, *Goniomya*, *Pleuromya*] (8).

Am Ufer ist diese Lebensgemeinschaft am meisten verbreitet und etwas seltener weiter unterwärts. Doch im seichteren Teile der neritischen Region sind alle Bedingungen vorhanden, die das Ansiedeln dieser Lebensgemeinschaft ermöglichen. Sie soll also als Beweis des Litorals und der seichteren neritischen Zone betrachtet werden.

2. Befestigte Tiere auf hartem Boden.

Die Tiere auf hartem, felsigem Boden des Litorals heften sich an den Boden oder bohren sich in das Gestein ein. Um sich anzuheften, dient ihnen Byssus [z. B. *Mytilus*] oder die Schale wächst selbst an den Boden [z. B. *Ostrea*]. Diese Muscheln besitzen gewöhnlich starke, dicke Schalen. Die Schalen der Bohrmuscheln sind dagegen meist dünn und zerbrechlich, doch in den Löchern sind sie vor allen Einwirkungen des bewegten Wassers geschützt [zu diesen gehören: *Lithodomus*, *Pholas*, *Gastrochaena*, *Aspergillum* etc.] (8). In dieser Fazies kommen die Bohrmuscheln, z. B. im Leithakalke im Einschnitte des militärischen Weges an dem Tétényer Plateau [Ungarn] vor (9 u. 10), doch sind sie auch in Riffbildungen sehr häufig.

Ein schönes Beispiel dieser Fazies wurde von W. PETRASCHECK (11) aus der sächsischen Kreide beschrieben. Die Fauna dieser «Klippenfazies» lebte auf felsigem Boden; ihre wichtigsten Elemente sind: Muscheln, die mit einer Klappe angewachsen sind [*Exogyra haliotoidea*, *Ostrea hippopodium*, *Spondylus*], dann die mit Byssusfaden angehefteten [*Mytilus*, *Modiola cotta*, *Pecten elongatus*] und die Bohrmuscheln [*Lithodomus*, *Pholas*], die übrigen Komponenten der Fauna sind dickschalige Schnecken und Stockkorallen.

Der reine Faunentypus der befestigten Mollusken ist sehr charakteristisch für litorale Bildungen. Viele befestigte Muscheln kommen auch in Riffbildungen vor, die aber leicht von den erstgenannten zu unterscheiden sind. Es sind aber solche Muscheln auch in der seichteren Zone der neritischen Region zu finden, wo sie sich der dort heimischen Flora und Fauna beimengen. Darum muß man darauf achten, ob sie den herrschen-

den Teil der Gesamtfaua bilden oder nur akzessorisch vorkommen, denn sie dürfen nur im ersten Fall als Beweis der litoralen Fazies gebraucht werden.

Dieser Lebensgemeinschaft stehen sehr nahe die der *Ostrea*- und *Perna*-Bänke (3 u. 13). Diese sind aber nicht nur im Litoral, sondern auch im seichteren Neritikum verbreitet und können nur dann als litoral aufgefaßt werden, wenn die anderen Fossilien dies beweisen (12). Im allgemeinen stehen die Austernbänke in engem Zusammenhang mit den normalen Ablagerungen der seichteren Zone der neritischen Region. So zeigt die Fauna der Austernbänke von Helgoland und von Schleswig (14) keine wesentlichen Abweichungen von jenen Faunen, die in denselben Tiefen außerhalb dieser Bänke leben. Den gleichen Fall finden wir bei jüngeren geologischen Bildungen, z. B. ist die Fauna der Bänke von *Ostrea borealis* auf der Insel Nantucket (15) die folgende:

<i>Venus mercenaria</i>	<i>Buccinum plicosum</i>
<i>Mya arenaria</i>	<i>Nassa obsoleta</i>
<i>Arca transversa</i>	„ <i>trivittata</i>
<i>Solen</i>	<i>Balanus rugosus</i>
<i>Crepidula fornicata</i>	<i>Serpula</i>

Diese Fauna zeigt gar keine Unterschiede von den gewöhnlichen Seichtwasserfaunen. Auch in den Austernbänken des ungarischen Obermediterrans findet man dieselben Faunen, die in den normalen Leithakalken und Lithothamnienkalken gedeihen.

3. Kalkalgensedimente.

Eine der verbreitetsten Lebensgemeinschaften in den meisten geologischen Perioden ist die der Kalkalgensedimente, die streng an die seichtere Zone der neritischen Region gebunden ist. Die reiche Nahrung, die gute Beschützung zwischen den Algenrasen usw. ermöglichte ein reiches Tierleben. Eine große Anzahl der Tiere nimmt auch an der Gesteinsbildung durch ihre Kalkschalen Teil; auch bildete sich diese Fazies hauptsächlich unter warmem Klima, wo die Kalkausscheidung größere Maße erreichen kann als im kalten Wasser.

Unter den Algen spielen heute die größte Rolle die Rotalgen und zwar die Lithothamnien, die auch im Tertiär überwogen. In den rezenten Kalkalgensedimenten der Tropen kommen die *Halimede*-Arten seltener vor, aber im Pleistozän und Tertiär waren sie etwas verbreiteter; das findet man z. B. auf den Christmas-Inseln (16). Die Charaktere dieser Lebens-

gemeinschaft können außer den rezenten Vorkommnissen in den miozänen Lithothamnienkalken studiert werden. Die wichtigsten Tiere sind natürlich auch hier die Mollusken. Sie besitzen auffallend dicke, große Schalen, z. B. *Pecten latissimus*, *Ostrea crassissima*, *Avicula phalaenacea*, *Strombus coronatus*; sie gehören aber zu sehr verschiedenen Gattungen, deren andere Arten oft charakteristische Tiere bedeutend größerer Tiefen sind. Darum können die Mollusken dieser Fazies nicht im allgemeinen angegeben werden, sondern müssen für jedes Alter für sich bestimmt werden. Eine große Rolle spielen dann die dickschaligen, großen Echinoideen, z. B. *Echinolampas*, *Clypeaster*, *Scutella*; *Cidaris* und Spatangiden sind häufig, aber wegen ihrer großen Verbreitung in den verschiedenen Fazies gar nicht charakteristisch. Einige Korallenarten der Riffe sind in diesen Bildungen beinahe immer zu finden. Die Foraminiferenfauna ist reich, hauptsächlich die großen Gestalten [*Alveolina*, *Amphistegina*, *Heterostegina*]. Unter den Bryozoen sind die kleinen, ästigen Formen selten, aber die inkrustierenden [*Membranipora*] und knolligen [*Cellepora*] häufig. Der Zusammenhang dieser Lebensgemeinschaft mit anderen Sedimenten aus derselben Meerestiefe kann z. B. im Mecsek-Gebirge beobachtet werden (17). Hier findet man in den Lithothamnienkalken auch jene Faunen, die z. B. im Cserhát-Gebirge und in der Umgebung von Budapest in Molluskenkalken, Lithothamnienkalken und Korallenkalken getrennt vorkommen. Diese drei Fazies verschmelzen im Mediterran des Mecsek-Gebirges; dies liegt auch in manchen anderen Gegenden so und dann ist die Bestimmung der Fazies, infolge der Mannigfaltigkeit des Fossilgehalts noch erleichtert.

Im Eozän waren schon die Lithothamnien die herrschenden Algen in dieser Fazies und ihre Begleitfauna hatte dieselben Charaktere, wie im Jungtertiär (18). Über die Algenkalke der Kreidezeit und hauptsächlich ihren Zusammenhang mit den Korallenriffbildungen hat K. MARTIN folgendes geschrieben (19161): «Auf der Insel Curacao stehen unfern der Nordküste, bei Savonet, an Rudisten [*Radiolites*] reiche Kalksteine an. Diese enthalten aber neben einzelnen Korallen auch in großer Zahl Lithothamnien, welche die Rudisten bisweilen geradezu ersetzen und stellenweise gesteinsbildend auftreten. Auf Borneo sind im oberen Stromgebiete des Kapuas, am Flusse Bojan, dunkelgraue cretaceische Kalksteine aufgeschlossen, in denen die Kalkalgen mit *Orbitolina concava* LK. vergesellschaftet vorkommen» und (19165): «I. Schon in der Kreidezeit spielen die Lithothamnien in den Tropen als Riffbildner eine wichtige Rolle.

2. Rudisten, Korallen und Foraminiferen nebst einzelnen Mollusken und Echiniden sind ihre Begleiter.

3. Die Gesteinsbildung durch Kalkalgen, sowie die Vermengung ihrer Materialien mit demjenigen der Korallen stimmt bei den fossilen Riffen mit den noch im heutigen Meere herrschenden Zuständen . . . überein».

Die Kalkalgensedimente spielen eine große Rolle in der Trias. Sie enthalten gleichfalls die großen, dickschaligen Mollusken und stehen auch mit Korallenbildungen oft in Zusammenhang. Dies beschrieb schon E. MOJSISOVICS (20) sehr schön aus der Mitteltrias von Südtirol, wo der Zusammenhang mit den Korallenbildungen gewiß besteht, wenn auch fraglich ist, ob die betreffenden Korallenbildungen wirkliche Riffe gewesen sind. Zu derselben Fazies gehören auch die obertriadischen *Megalodus*-Kalke, in denen die Algen durch die Gyroporellen vertreten sind. Darüber schrieb MOJSISOVICS (20⁷⁰, 71): «Die triadischen *Megalodus*kalke besitzen eine große Analogie mit den oberjurassischen *Diceraskalken* und es scheinen in der Tat beide die gleiche chorologische Rolle gespielt zu haben. Beide stehen in ganz analogen Beziehungen zu Korallenriffbildungen. Im Salzburgerischen lehnen sich die *Megalodus*kalke unmittelbar an mächtige Korallenriffe an und starke Bänke von Korallenkalk alternieren häufig mit *Megalodus*bänken. Auch in den Korallenkalken selbst sind *Megalodonten* nicht selten . . . In den heutigen Korallenriffen vertreten, wie es scheint, die großen *Tridacna*-Formen die *Megalodonten* der Trias und die *Diceraten* des Jura. Ausser *Megalodonten* und Korallen kommen im karnischen Dachsteinkalk noch etliche *Pelecypoden* vor, unter denen *Avicula exilis* und *Turbo solitarius* die verbreitetsten sind. . . » Auch C. DIENER (21) vergleicht die alpinen *Diploporenkalke* mit den heutigen *Lithothamnienkalken*. Auffallende Kalkalgensedimente kommen in den Bryozoenriffbildungen der Zechsteinformation Thüringens vor, die W. BRAUCH «Porenriffkalke» nennt (22^{101—102}): «Wo reine Kalkalgenkolonien sich auf Klippen und Untiefen ansiedeln, häufen sich ihre Kalkreste meist in der Form mikroskopisch kleiner, kugelig gebildeten Gebilde an, in größerer Mächtigkeit als das umgebende Gestein. So entstehen wieder schichtige Riffbildungen, die durch teilweise Auslaugung der Kalkkügelchen porös werden».

Im Karbon gehören hauptsächlich gewisse Teile der *Mountainlimestone*-Bildungen zu dieser Fazies, die darin vorkommenden Algen sind schon einfache, primitive Gestalten [*Mitcheldeania* und *Girvanella*], häufen sich aber auch in gesteinsbildenden Massen an (23). Die *Girvanellen*, die auch in den jurassischen Oolithen zu finden sind, spielen die größte Rolle

in den silurischen Kalksteinen. Nach A. ROTHPLETZ soll im Silur dieselbe Bedeutung auch den Solenoporen und Solenoporellen zugeschrieben werden. Er bestimmt (2517): «daß die Lebensweise der beiden Genera eine gleiche war, daß sie gerne die Korallenriffe bewohnten, in Mengen zusammen lebten und oft geradezu gesteinsbildend waren und daß die Lithothamnien jedenfalls die Rolle im Haushalt der Natur übernommen haben, welche früher die Solenoporen darin gespielt hatten». Auch A. BROWN hält (26) die solenoporenreichen Kalksteine des unteren und oberen Silur und des Jura für den jüngeren Nulliporen-(Lithothamnien-) Kalken gleichwertig. Vielleicht entsprechen diesen auch einige Syphoneen (*Ascosoma*, *Mitscherlichia*) im Cambrium von Nordchina (24). Die Begleiter dieser Fauna sind aber schon im Paläozoikum nicht die Mollusken, sondern die Brachiopoden, die aber nach ihrer Gestalt und allen Anpassungen an die Lebensbedingungen ihren Nachfolgern zu entsprechen scheinen. Sie bilden gleichfalls den wichtigsten Teil der Riffaunen [s. da ausführlicher].

4. Korallenriffe.

In der seichteren Zone der neritischen Region, ja sogar nur in der oberen Hälfte derselben ist eine wichtige Lebensgemeinschaft die der Korallenriffe. Diese auffallenden Bildungen finden sich in den meisten Formationen und sind oft sehr leicht zu erkennen. In der Fazieskunde spielen sie eine große Rolle, weil sie eine beständige Fazies bilden, mit der sich die anderen, weniger erkennbaren Fazies vergleichen lassen. Die große Kalkausscheidung in diesen Bildungen weist auf hohe Temperaturen hin, die großen, dickschaligen und befestigten Mollusken, die Bohrmuscheln u. a. m. bedingen die starke Bewegung des Wassers. Die geringe Tiefe wird unter vielfachen Charakteren auch durch den gewöhnlichen Zusammenhang mit den Kalkalgensedimenten angedeutet. Der einzige Umstand, der das Erkennen der Korallenriffbildungen erschweren kann, ist die starke Diagenesis, infolgedessen die ganze Fauna oder nur die aragonitschaligen Fossilien, hauptsächlich die Korallen selbst zum größten Teil vernichtet werden.

Nicht alle Bildungen, in denen riffbauende Korallen vorkommen, sind zugleich wirkliche Riffe. Es gibt solche Korallenbildungen, die normal gelagert sind und morphologisch keine Merkmale der Riffstruktur zeigen. Dies verursacht aber keinerlei Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Fazies, denn diejenigen Ablagerungen, in denen die Korallen noch verbreitet sind, sind die Algenkalke, die sich aber unter ungefähr denselben bathymetrischen Verhältnissen ablagern wie die Korallenriffe.

Manchmal werden fossililere oder eine ungenügende Fauna enthaltende Kalksteine und Dolomite nach ihrer morphologischen Erscheinung für Korallenriffe gehalten. Die sonderbaren Verhältnisse solcher Bildungen, die oft als Kennzeichen ihrer Riffnatur gedeutet werden [z. B. (27)], können nach MARR (28) auch durch einfache tektonische Störungen in normal geschichteten Sedimenten verursacht werden.

a) GIBT ES TIEFSEERIFFE ?

Einige Autoren sprechen unter den Korallenriffen auch über Tiefseeriffe. Solche sollten nach TH. FUCHS (29) die Kalkbildungen des Pourtalès-Plateaus unter den rezenten Sedimenten und die Faxöekalke in der oberen Kreide sein. A. ROTHPLETZ (30) und E. PHILIPPI (31) behaupten dies von dem triadischen Schlerndolomit. Eigentlich ist das Sediment des Pourtalès-Plateaus eine Bildung größerer Meerestiefen, hat aber mit den Riffbildungen gar nichts zu tun: seine kleinen Korallen bauen keine aufragenden Massen, alle Glieder der Fauna sind Tiefseetiere und nicht die normalen Begleiter der Riffkorallen, die Kalkalgen spielen darin keine bedeutende Rolle; es lagert sich in normalen Schichten ab und von einer riffartigen Lagerung ist dort keine Spur. Im Gegenteil zeigt der Schlerndolomit die Merkmale wirklicher Riffnatur, er enthält die durch die Diagenesis verschont gebliebene, verarmte Riffauna, — er ist aber keine Tiefseeablagerung; die beiden Bildungen haben miteinander nichts gemein. A. ROTHPLETZ (30) will die Riffnatur des Schlerndolomits auf alle mögliche Weise in Abrede stellen. Er behauptet, daß die von MOJSISOVICS erwähnte rasche und leichte Obliteration der Korallenstruktur den Tatsachen nicht entspricht und in jüngeren Korallenriffen, z. B. auf der Sinaihalbinsel nicht zu beobachten ist. Es ist aber durch eine Menge Beobachtungen bestätigt, daß die Korallenstruktur rasch verwischt wird und im Ernst kann es gar nicht geleugnet werden. Die Unterschiede von den normalen Korallenriffbildungen und die Ähnlichkeit mit dem Pourtalès-Plateau versuchte er durch Folgendes zu beweisen (30^{65—66}): «Wettersteinkalk und Schlerndolomit bauen sich hauptsächlich aus den Resten abgestorbener Tiere und Pflanzen auf, die zum größten Teil an Ort und Stelle sesshaft waren, zum kleineren Teil nach ihrem Tode erst zufällig hier aus dem Meereswasser zu Boden sanken. Anderes festes Material, als Sand, Ton, Geröll etc. wurde diesen Kalken gar nicht zugeführt. So wuchsen diese Anhäufungen von Leichen abgestorbener Organismen langsamer oder schneller, je nach dem Reichtum des vorhandenen

organischen Lebens in die Höhe. Sei es infolge sich zersetzender organischer Substanz, sei es infolge rein physikalischer Verhältnisse, haben sich in diesen lockeren und porösen Anhäufungen aus dem darin stagnierenden Meereswasser allerhand Salze ausgeschieden, die ihrerseits zu weiteren chemischen Umsetzungen führten, so, daß hierdurch aus jenen Leichenhaufen allmählich, je nachdem, ein Kalkstein oder ein Dolomit oder eine Mischung davon entstand . . . Da auf demselben Meeresgrunde, nur an anderen Stellen, sich gleichzeitig Sande, Tone und Mergel ablagerten, die für einen großen Teil ihres Materials auf Einschwemmung und Zuführung fester anorganischer Bestandteile von dem Festlande her angewiesen waren, so muß daraus geschlossen werden, daß die Gebiete der reinen Kalkfazies aus irgend welchen physikalischen Ursachen davon nicht betroffen werden konnten. Solcher Ursachen gibt es mehrere, z. B. allzugroße Meerestiefe, große Entfernung von den Küsten und hügelartige Anschwellung des Meeresbodens. Die erste Ursache kann nicht in Betracht kommen, weil wir es nicht mit Tiefseeablagerungen zu tun haben. Die zweite Ursache hat wenig Wahrscheinlichkeit für den vorliegenden Fall, wegen der eigentümlichen und regellosen Verteilung der Kalkgebiete innerhalb der Mergel- und Sandfazies. Es bleibt also nur die dritte Ursache übrig. Bekanntlich werden die klastischen Bestandteile von den Ufern aus auf sehr große Entfernungen in das Meer hinausgeführt. Die schweren Körper sinken zuerst, die leichteren zuletzt und darum auch in größeren Abständen vom Ufer zu Boden. Wo bestimmte Strömungen im Meereswasser herrschen, geht dieser Transport klastischer Bestandteile natürlich ebenfalls in bestimmten Richtungen und auf größere Strecken vor sich, als bei wechselnden oder sehr schwachen Strömungen. Ebenso wirkt dabei die größere Tiefe des Meeres mit, weil die Körper dann nicht so bald auf den Boden sinken. Wenn nun aber der Boden in einiger Entfernung vom Strande eine erhebliche Erhöhung macht, so werden die klastischen Bestandteile durch dieselbe, wie von einer Barriere zurückgehalten, auf und hinter welcher organisches Leben sich ungestört entfalten kann. Es muß also angenommen werden, daß die reinen Kalke auf höherem, Mergel und Sandstein auf tieferem Meeresboden oder ganz nahe der Küste sich gebildet haben.» Sehr auffallend ist, daß ROTHPLIEZ selbst mit dieser Argumentation seine Voraussetzungen vollkommen widerlegt. Zuerst hat er entkräftet, was er gegen die Obliteration der Korallenstruktur gesagt hat. Viele organische Reste sollen nämlich aus dem vollkommen organogenen verschwunden sein; wie kann man sich aber vorstellen, daß hier

eine Fauna und Flora, aber nicht die der Korallenriffazies zerstört wurde, die davon erhalten gebliebenen Reste aber alle zu den Korallen, Kalkalgen, korallophilen Schnecken und im allgemeinen zu den Bewohnern der Riffbildungen gehören. Übrigens schildert alles, was er über den Schlerndolomit geschrieben hat, ein ganz normales Korallenriff und man kann die Abweichungen von den Sedimenten des Pourtalès-Plateaus nicht besser schildern als er es getan hat, indem er behauptete, daß der Schlerndolomit in seichtem Wasser, nicht auf Tiefseeboden, durch eine Barriere vor den Strömungen geschützt, keiner mächtigen Strömung ausgesetzt und aus Flachseeorganismen, nicht aus Tiefseetieren gebildet wurde. Die Auslegungen E. PHILIPPI's über diese Frage sind ebensowenig gelungen. Er hat folgendes geschrieben (31486-7): «ROTHPLETZ nimmt wohl mit Recht an, daß der südalpine Schlerndolomit eine Ablagerung sei, die mit den modernen Kalcken des Pourtalès-Plateaus verglichen werden müssen. Wenn er aber meint, daß sich der Schlerndolomit in einem Meeresteile gebildet hat, der durch eine submarine Barre gegen die Einschwemmung von klastischem Materiale geschützt gewesen sei, so kann ich ihm durchaus nicht beipflichten. Eine auch noch so hohe Barre wäre . . . von dem feinverteilten Tuffmaterial, wie es teilweise in den Wengener und Cassianer Schichten der Seisser Alp vorliegt, ohne Schwierigkeit überstiegen worden.» [PHILIPPI hat übersehen, daß ROTHPLETZ (3066) dasselbe geschrieben hat und nicht das Gegenteil davon.] «Wenn der Schlerndolomit von dem Tuffmaterial, das in großen Massen in seiner unmittelbaren Nachbarschaft produziert wurde, so gut wie nichts aufgenommen hat, so kann ich dies nur auf eine Weise erklären. Nämlich durch die Annahme, daß der Schlern schon zur Zeit dieser Eruptionen ein hochaufragendes Kalkriff war, auf dessen Oberfläche stark bewegtes Wasser die Ablagerung von feinem Tuffmaterial verhinderte, dafür aber die Entwicklung einer reichen Fauna in hohem Maße begünstigte. Ich gelange also . . . wieder zu der alten RICHTHOFEN'schen Rifftheorie, wenn auch von einem Korallenriffe im eigentlichen Sinne des Wortes nicht gesprochen werden kann.» Das ist wieder ein böhmisches Dorf. Das Pourtalès-Plateau ist mehrere hundert Meter tief und keinerlei Wellenschlag ausgesetzt. Wenn ihm also der Schlerndolomit ähnlich ist, dann bildet er kein Riff im eigentlichen Sinne des Wortes und ragt gar nicht hoch auf; es ist jedoch so und darum ist er dem Pourtalès-Plateau nicht ähnlich.

Der Faxoealk aber gehört nicht zu einer einheitlichen Fazies. TH.

FUCHS hat hier die gemischten Faunen von verschiedenartigen Schichten in Betracht gezogen (26), die zur seichteren und wahrscheinlich auch zur mittleren Zone der neritischen Region gehören. Dies macht die Behauptung von FUCHS schon bestreitbar; übrigens kann er die Riffnatur dieser Bildung noch weniger beweisen als ihre Tiefseecnatur. Im allgemeinen können wir nun schließen, daß von Tiefseeriffen keine Rede sein kann.

b) DIE LEBENSGEMEINSCHAFT DER RIFFE.

Die Fauna der rezenten Korallenriffe ist so gut bekannt, daß es ganz überflüssig wäre, sie eingehender zu behandeln. Die pleistozänen Riffe sind auch in manchen Gegenden zugänglich, z. B. auf den Barbados; die hierigen Riffkorallen, die von J. W. GREGORY (33) studiert wurden, können als eine charakteristische Riffkorallenfauna angeführt werden; alle Arten, die mit + bezeichneten ausgenommen, kommen auch in den rezenten Riffen Westindiens vor:

<i>Lithophyllia cubensis</i> E. et H.	+ <i>Lamellastraea smythi</i> DUNC.
+ „ <i>lacera</i> PALL.	<i>Favia ananas</i> PALL.
„ <i>wallii</i> DUNC.	<i>Orbicella radiata</i> ELL. et SOL.
<i>Eusmilia fastigiata</i> PALL.	„ <i>acropora</i> L.
„ <i>knorri</i> E. et H.	<i>Solenastraea stellulata</i> ELL. et SOL.
<i>Mussa angulosa</i> PALL.	<i>Cyphastraea costata</i> DUNC.
<i>Dendrogyra cylindrus</i> EHR.	<i>Echinopora franksi</i> GREG.
<i>Pectinia maeandrites</i> PALL.	<i>Stephanocoenia intersepta</i> ESP.
<i>Diploria cerebriiformis</i> LK.	<i>Astraea radians</i> PALL.
<i>Manicina areolata</i> PALL.	„ <i>sidera</i> ELL. et SOL.
<i>Maeandrina filograna</i> ESP.	<i>Agaricia agaricites</i> PALL.
<i>Mycetophyllia lamarcki</i> E. et H.	„ <i>elephantotus</i> PALL.
<i>Colpophyllia gyrosa</i> ELL. et SOL.	<i>Madrepora muricata</i> L.
+ <i>Hydnophora latifundata</i> GREG.	<i>Porites clavaria</i> LK.
<i>Dichocoenia stokesi</i> E. et H.	„ <i>astraeoides</i> LK.

Auch in der Begleitfauna finden wir dieselben korallophilen Tiere, die in den dortigen rezenten Riffaunen leben. Auch die Kalkalgen haben eine nicht unbedeutende Rolle in diesen Riffbildungen gespielt (34): sie sind auch zu den gesteinsbildenden Elementen zu rechnen. Im Zusammenhang mit diesen Riffkalken tritt auch *Amphistegina*, eine Flachseeforaminifere von großer Gestalt in gesteinsbildenden Massen auf.

In den Miozänschichten Ungarns treten die Korallenbildungen im

Zusammenhang mit den Lithothamnienkalken auf. Diese Korallenbildungen zeigen nur selten ausgeprägte Riffcharaktere, so z. B. bei Mecsekpölske (17). Die wichtigeren Fossilien dieser Lebensgemeinschaft sind die riffbildenden Korallen, die Bohrmuscheln [*Lithodomus avitensis*,] befestigte [*Ostrea*, *Pecten*] und auch andere große, dickschalige Muscheln [*Pectunculus pilosus (bimaculatus)*, *Lucina leonina*] und einige Gastropoden [*Turbo rugosus*, *Trochus*, *Cypraea*, *Conus*]. Wie ich schon vorhin erwähnt habe, spielen auch die Lithothamnien eine größere Rolle darin. Größere, ausgedehntere Riffbildungen des Miozäns befinden sich in Podolien, wo der den Karpathen parallele Hügelzug «Myodobory» oder Toltry einem miozänen Barriereriff entsprechen soll (35).

Die mesozoischen Korallenriffe zeigen noch keine größeren Abweichungen von den tertiären und rezenten. Die riffbildenden Korallen sind den kainozoischen nahe verwandt; in ihrer Begleitung finden wir die Kalkalgen und in der Begleitfauna spielen noch immer die großen, dickschaligen Muscheln die Hauptrolle, wie z. B. *Megalodus*, *Macrodon*, *Diceras*, *Requienia*, *Plagioptychus* (8). Die Lebensgemeinschaft der Korallenriffe des Jura hat A. GRESSLY vor mehr als 80 Jahren beschrieben; seine Schilderung ist noch immer sehr beachtenswert (1). Er faßt die Charaktere dieser Fazies, wie folgt, zusammen. Die größte Rolle spielen natürlich die Korallen [Agaricien, Astreen, Oculinen, Caryophyllen]. Die Begleitfauna paßte sich an das immer bewegte und sich erneuernde Wasser an; darum ist die Mehrzahl der Tiere festgewachsen. Die befestigten und elastischen Crinoideen sind sehr zahlreich; unter den Echiniden kommen die dickschaligen [*Cidaris*, *Diadema*, *Clypeaster*] vor, während die zarteren Spatangiden fehlen. Die Muscheln bohren sich in das Gestein ein oder haben starke Schalen und sind an den Boden gewachsen: *Trichites*, Chamaceen [*Diceras*], *Perna*, *Pecten*, *Lima*, *Lithodomus*, *Saxicava*, *Veneropsis*, *Ostrea*, *Spondylus*. Auch die Schnecken haben ähnliche Charaktere: *Turbo*, *Trochus*, *Pleurotomaria*, *Nerinea*, *Patella*. Im allgemeinen besitzen die Tiere dieser Fazies reiche Skulptur, Knoten, Dornen, usw. Die Serpulen inkrustieren die Schalen anderer Tiere. Die Cephalopoden sind sehr selten.

Die Riffe des Paläozoikum weichen aber schon von den jüngeren viel mehr ab. Zuerst sind die Korallen selbst ganz anders; die Tabulaten sind am verbreitetsten und neben ihnen weniger Rugosen; dabei sind oft die mit ihnen vergesellschafteten Stomatoporen gesteinsbildend (36). In der Begleitfauna finden wir zwar dieselben Charaktere, dieselben Anpassungen,

aber z. T. andere Tiergruppen, so werden die so wichtigen Muscheln durch die Brachiopoden ersetzt. Diese Brachiopoden sind hauptsächlich dickschalig und besitzen starke Rippen und Knoten. C. DIENER schreibt über sie (21⁶⁶): «Viele paläozoische Brachiopoden gehören zur Faunengesellschaft der Korallriffe, so jene des mitteldevonischen Stringocephalenkalkes der Eifel, der Sosiokalk auf Sizilien, der permischen Klippenkalk des Chitichum No. I. in Tibet. Auch manche triadische Riffkalke, wie der Marmolatakalk, sind reich an Brachiopoden. Einzelne riffbewohnende Brachiopoden sind durch ihre dicken, sonderbar verzerrten Schalen ausgezeichnet, so *Tegulifera*, *Scachinella*, *Geyerella*, *Richthofenia* im Sosiokalk, andere zeigen zum mindesten Schalenverdickungen in der Wirbelregion, wie *Spirifer*, *Spirigera*, *Mentzelia*, oder am Beginn der Schleppe wie *Marginifera*. Solche Merkmale fehlen den rezenten Brachiopoden, deren Wohnsitze nicht mehr dieselbe Ausdehnung besitzen wie in älteren Perioden der Erdgeschichte.» So muß man bei den paläozoischen Riffen dieselben physikalischen Umstände voraussetzen wie bei den rezenten (37).

C. WIMAN (38) kommt in einer Arbeit über die paläozoischen Riffbildungen Skandinaviens zu dem Ergebnis, daß das Vorhandensein der paläozoischen Korallenriffe keine hohe Temperatur (20° C) des Meereswassers beweist, sondern nur ausschließt, daß hier das Wasser im Winter zufror. Ich selbst bin der Meinung, daß die Riffkorallen immer streng an das warme Wasser gebunden waren — dies kann jedoch bezweifelt werden; aber WIMAN'S die Mitte einhaltende Folgerung ist gar nicht stichhaltig. Wenn nämlich die Korallen auch das kalte Wasser ertragen könnten, dann sollten sie auch unter dem Eise nicht zugrunde gehen. In jener Tiefe, wo es kein Eis mehr gab, könnten die Korallen das Riff seitwärts weiter bauen, bis die obersten Teile zerstört werden; dies wäre auch dem heutigen Zustand sehr ähnlich, indem jetzt die obersten, über den Wasserspiegel ragenden Korallenbauten immer untergehen.

Trotz den Abweichungen in der systematischen Stellung der riffbewohnenden Tiere nehmen die meisten Geologen an, daß diese Riffe den heutigen ganz äquivalent sind. JAKOWLEW schreibt (36⁸⁵⁷): «Dans l'économie de la nature la place des récifs coralliens était toujours occupée par des formations analogues quant à la forme et à la destination, mais d'origine différente aux diverses ères de l'histoire de notre globe». A.W. GRABAU gibt eine allgemeine Schilderung der paläozoischen Riffe folgendermassen (39⁸⁴⁴⁻⁸⁴⁵): «In general aspect they are roughly lens-shaped to dome-

shaped masses of calcareous material, devoid of regular structure, without any, or with only faintly developed stratification, and composed of corals, hydrocorallines, sponges, bryozoa, calcareous algae, and other reef building organisms, which grew practically where they are now found. With these, but more abundantly on the flanks of the reef, are found the remains of innumerable crinoids, brachiopods, and other attached organisms; while remain of vagrant types, such as molluscs and crustacea, occur in every part of the reef, frequently in great profusion. On its flanks, where the reef was constantly attacked by the waves, large masses of broken coral occur, which are more or less worn and embedded in the coral and crinoid sand, which forms the chief enclosing mass of the reef.» In der Begleitfauna ist die große Anzahl der Cephalopoden auffallend, die in den jüngeren Riffbildungen ziemlich selten vorkommen (29⁵³⁰); die großen Orthoceraten, *Cyrtoceras*, *Phragmoceras* und die großen Nautilen gehören zu den charakteristischen Tieren dieser Fazies. Im Gegenteil haben aber die Goniatiten diese Fazies gemieden, z. B. bei Paffrath, wo im devonischen Korallenriffdolomit neben den herrschenden Brachiopoden auch viele Trilobiten vorkommen, die Goniatiten jedoch, die sich in großer Anzahl in den Schiefen zwischen den Riffen finden, den Riffbildungen ganz fremd sind (40). Die Riffaunen des Devons sind sehr typisch bei der bekannten Lokalität von Paffrath oder von Lindener Mark [bei Giessen] (40). Unter den Korallen können Cyathophyllen, *Heliolithes*, *Alveolithes*, *Favosites* angeführt werden; die Stromatoporen spielen eine große Rolle, auch die Brachiopoden und Mollusken sind verbreitet. Bei Paffrath sind die zwei großen Brachiopoden, *Stringocephalus burtini* und *Uncites gryphus* sehr charakteristisch (41²³⁵): «*Stringocephalus burtini* ... scheint zwar der Giessener Gegend ganz zu fehlen, — für ihn tritt *Conchidium hassiacum* FRANK als leitend ein; ebenso fehlen auch andere charakteristische Formen, wie *Uncites gryphus* DEFR. Dagegen sind eine ganze Reihe dickschaliger Schnecken, wie Pleurotmarien, *Turbonitella subcostata*, *Macrochilina arcuata* SCHLOTH. u. a. beiden gemeinsam. Die höchst charakteristische *Rotella heliciformis* SCHLOTH. wird durch eine noch auffälligere neue Varietät vertreten, ebenso *Murchisonia angulata* SCHLOTH. Am auffälligsten ist jedoch die verschiedenartige Entwicklung, welche die Gattungen *Megalodus* und *Mecynodus* in der Lindener Mark genommen haben. Sie sind nur durch neue Spezies vertreten, während die anderwärts so häufigen und wohlbekannten Arten *Megalodus abbreviatus* SCHLOTH. und *Mecynodus*

carinatus Gr. ganz zu fehlen scheinen.» Auch in den devonischen Korallenriffen Belgiens (42) sind die genannten Korallengattungen, die Stromatoporidae und die Brachiopoden am verbreitetsten; unter den letzteren hauptsächlich *Spirifer*, *Rhynchonella*, *Pentamerus*, *Orthis*, *Atrypa reticularis*. In Nordamerika findet man schöne Riffbildungen in den Onondaga-Kalksteinen [Canada] (43 u. 44); die weit überwiegenden Faunenelemente sind die Tabulaten und die Brachiopoden; unter den Trilobiten kommen *Chasmops*, *Phacops* und *Proetus* vor.

Die Riffe des Gotlander Silur enthalten außer den Korallen und Kalkalgen viele verästelte Bryozoen, die hier zu den wichtigsten Bewohnern der Riffe gehören (38). In den Begleitfaunen finden wir auch hier, wie im Paläozoikum im allgemeinen, die Brachiopoden und Crinoideen. Sehr reiche Faunen enthalten die Niagarian [silur] Kalksteine in Wisconsin [USA] (45); die wichtigeren Korallen sind: *Halysites*, *Favosites*, *Syringopora*, *Streptelasma*; unter den Brachiopoden sind zu nennen: *Orthis*, *Strophomena*, *Spirifera*, *Rhynchonella*, *Pentamerus*, große Schnecken: *Pleurotomaria*, *Xenophora*, *Murchisonia* und noch viele Crinoideen dazu. Die Cephalopoden sind gar nicht selten (*Orthoceras*, *Trochoceras*), doch sind sie hier gar nicht so sehr verbreitet wie in den benachbarten, nicht riffartigen Schichten, wo sie die herrschenden Fossilien sind. Unter den Trilobiten kommen *Illaenus*, *Calymene*, *Bronteus* in den Niagarariffen vor.

Es ist zweifelhaft, ob es schon im Cambrium wirkliche Riffbildungen gegeben hat. A. W. GRABAU schreibt darüber (46:17): «The oldest reef-forming organisms, the Archaeocyathidae, were originally referred to the sponges, and more recently to the primitive perforate madreporian corals, of which group they probably form a distinct order. They have been reported from a number of localities in the Cambrian, including both Northern United States [California, Nevada], and the eastern part of North America [Newfoundland, Labrador], Sardinia, Spain, Northern Siberia and Australia. In a number of these localities they have been found to constitute layers or strata of which they formed the principal portion, but they did not build massive reefs comparable of those of the present day. Since they were all simple corals, and of a very porous character of skeleton, they were not specially adapted to the formation of reefs. Nevertheless, they constituted an important limestone builder of this period forming in the straits of Belle Isle, Labrador, beds of coral limestone varying in thickness from 25 to 50 feet. In many cases evidence of shallow water . . . are found in association

with the beds of Archaeocyathidae.» In den Begleitfaunen lassen sich aber die Charaktere der Lebensgemeinschaft der Korallenriffe nicht nachweisen (47).

Die wichtigsten Riffbildner sind nach W. DEECKE (48) im Paläozoikum :

Cyathophyllen	Favositiden
Phillippsastreen	<i>Heliolites</i>
<i>Stauria</i>	<i>Alveolites</i>
<i>Acervularia</i>	Stromatoporen ;

im Mesozoikum :

Isastraeen	Styliniden
Latimaeandren	Thecosmilien
Astrocoenien	<i>Lithodendron</i> =Arten ;

im Tertiär :

<i>Heliastrea</i>	<i>Cyathoseris</i>
<i>Plocophyllia</i>	

und rezent :

<i>Madrepora</i>	<i>Porites</i>
<i>Pocillopora</i>	

c) DIE NEBENGESTEINE.

Neben den Korallenriffen befinden sich oft solche Gesteine, deren Materie teilweise oder völlig aus den Riffen stammt ; sie stehen oft in Hinsicht auf die Lagerungsverhältnisse in einem Zusammenhang mit den Riffgesteinen. An den Küsten von Florida besteht der nicht sehr schroff abfallende Boden bis zu einer Tiefe von 100 Faden «hauptsächlich aus toten Muscheln, Korallenstücken und ähnlichem Material, mehr oder minder zerkleinert und abgerieben. Lebendige tierische oder vegetabile Wesen sind nicht häufig, von Korallen kommen nur wenige kleine Arten vor [*Balanophyllia*, *Madracis*, *Oculina*]» (49). A. J. JUKES-BROWNE beschrieb solche Bildungen aus dem englischen Jura (50²⁷⁸) : «At Upware, near Ely, . . . there are the remains of a small isolated coral-reef, part of the mass consisting of coral rock, and part of a whitish calcareous marl, which is evidently a consolidated calcareous ooze, such as is found in deep water outside many coral-reefs at the present day. The marl contains no corals, though it may be largely made up of their disintegrated fragments, the only fossils being Echinoderms and a few bivalve Mollusca.» Diese Bildungen haben sich also nicht in denselben Tiefen gebildet wie die eigentlichen Korallen-

riffe; als Fazies sollen sie davon getrennt werden. R. H. TIDDEMAN versuchte aus den Lagerungsverhältnissen der Nebengesteine der Riffe die Wassertiefen zu bestimmen (27²²³): «Au pied des collines-récifs du calcaire de Pendleside, on trouve souvent, sous les schistes de Bowland, des lits de fragments calcaires. Bien que quelques soient arrondis par l'érosion, le plus grand nombre, et de beaucoup, ont des angles très aigus. L'auteur croit que ces fragments ont été détachés des récifs coralliens, à leur sommet, par les vagues et qu'ils sont tombés dans les eaux tranquilles à leur base qui les a ainsi protégés contre toute érosion ultérieure. Plus tard ils ont été recouverts par le dépôt des schistes de Bowland. Si cette opinion est fondée, nous avons dans la hauteur des récifs, au dessus des brèches, un moyen de mesurer exactement la profondeur de la mer carbonifère, à l'époque de la formation des brèches. Cette profondeur mesure, en moyenne, environ 50 brasses.» Diese Folgerungsmethode kann prinzipiell nicht bestritten werden; doch ist in diesem Falle diese Tiefenbestimmung infolge der wahrscheinlichen tektonischen Störungen [s. J. E. MARR(28)] nicht sehr zuverlässig.

d) DIE ANSIEDLUNG DER RIFFKORALLEN.

Die riffbildenden Korallen können sich auf einem zu weichen, losen Boden nicht ansiedeln. Wenn die bathymetrischen Verhältnisse auch günstig sind, muß ein solcher Boden zuerst durch andere Lebewesen fester gemacht werden. In der Jetztzeit wird dies durch die Kalkalgen erreicht, in deren Rasen die Korallen eine gute Lebensmöglichkeit genießen. In früheren geologischen Epochen haben teils die Kalkalgen, teils aber die Crinoideen und Spongien diese Rolle gespielt. Die Crinoideen wie die Algen spielten auch in den Nebengesteinen der Riffe eine große Rolle.

5. Bryozoenriffe, Knoll-Reefs.

In gewissen Riffbildungen übernehmen die Bryozoen die Rolle der Korallen zum Teil oder völlig. So große Kalkkomplexe wie die Korallen können sie nicht zustandebringen, jedoch zählt sie die riffartige Lagerung und die Begleitfauna zu den Riffbildungen. Die ganze Lebensgemeinschaft weicht von den vorigen sehr wenig ab.

Aus dem Kainozoikum können die südrussischen miozänen Bryozoenriffe angeführt werden. N. ANDRUSSOW beschreibt (51⁷⁴⁻⁷⁵) zwischen den kalkigen Flachwassersedimenten «eine Subfazies der Bryozoenkalke, welche als unregelmäßig halbkugelige Massen inmitten der übrigen Subfazies vor

kommen. Die Halbkugeln bestehen aus konzentrischen Schalen von *Cellepora*, *Lepralia*, *Membranipora* und aus Serpeln und Nulliporen. Die Oberfläche der Halbkugel ist mit kleinen *Spirorbis* und Balanen bedeckt. Für Bryozoenkalke ist das Vorkommen von *Avicula*, kleinen *Modiola*, *Arca*, *Chama*, *Venerupis*, *Saxicava* charakteristisch.»

Im Paläozoikum gehören zwei interessante Typen zu dieser Fazies: die permischen [Zechstein] Bryozoenriffe des Thüringer Waldes und die amerikanischen Knoll=reefs [Silur]. Die Riffcharaktere der Zechsteinbryozoendolomite des südöstlichen Thüringen hat schon TH. LIEBE (62 u. 63) schön geschildert. Diese Riffe lagern über den Gipfeln der derzeit untermeerischen Grauwackenklippen und bildeten einen langen, dem Ufer parallelen Zug. Die wichtigeren Bryozoen sind darin die folgenden: *Acanthocladia anceps*, *A. dubia*, *Fenestella*, *Phyllopora*, *Retepora*. Die Korallen sind durch das Genus *Stenopora*, die Crinoideen durch *Cynthocrinus* vertreten, die charakteristischen Elemente der Begleitfauna sind die Muscheln von großer Gestalt [*Pleurophorus*, *Arca striata*] und die den der Korallenriffe ähnlichen Brachiopoden [*Spirifer*, *Productus*, *Terebratula* und *Strophalosia*]. Die Bryozoen selbst sind die wichtigsten Gesteinsbildner; außerdem ist auch ihre passiv vitale Gesteinsbildung von Bedeutung, da sie die übrigen hauptsächlich organischen Reste zwischen ihren Gezweigen aufhalten (54 u. 55).

Im Silur von Nordamerika kommen in den Clinton=und Niagaraschichten Bryozoenkalklinsen vor, die Riffcharaktere zeigen, jedoch in der Größe weit hinter den wirklichen Korallenriffen zurückbleiben, da sie nur einige Dezimeter bis einige Meter betragen (55). Hauptsächlich werden diese Linsen von einer *Fistulipora*=Art aufgebaut; im Lockportkalk [Niagaraschichten] spielen jedoch auch die Korallen [*Favosites*, *Heliolites*] und die Crinoideen eine gleichfalls wichtige Rolle. Die Faunen dieser Knoll=reefs sind sehr reich; darin scheinen die meisten Tiergruppen vorteilhafte Lebensbedingungen gefunden zu haben. In den Clintonriffen von Rochester kommen 68 Gattungen mit mehreren Arten vor und zwar:

Spongien	2	Lamellibranchiaten	5
Korallen	3	Gastropoden	5
Crinoideen	4	Cephalopoden	3
Cystoideen	1	Ostracoden	1
Anneliden	2	Trilobiten	9 Gattungen.
Brachiopoden	29		

Es können aus diesen Bildungen die Brachiopoden: *Atrypa reticularis*, *Atrypa rugosa*, *Rhynchonella*, *Spirifer sulcatus*, *Spirifer crispus*, *Orthothetes*, die Muschel: *Modiolopsis*, die Trilobiten: *Iliaenus*, *Calymene* aufgezählt werden (56). In Englands Wenlockschiefern kommen auch ähnliche Bildungen vor, die dort «Ballstone reefs» genannt werden (46). An den Korallenriffen des Gotlander Silurs beteiligen sich auch die Bryozoen. C. WIMAN (38) nimmt an, daß hier «große verästelte Bryozoen die Rolle der *Madrepora* und anderer reich verzweigter Korallen gespielt haben,.... da sie einen Teil der korallophilen Fauna ausmachen und in der unmittelbaren Nähe des Riffs gesteinsbildend auftreten. Jedenfalls sind Bryozoen an und für sich als schlechte Riffbildner zu betrachten, wahrscheinlich weil sie zu zerbrechlich sind.»

Es ist wahrscheinlich, daß auch im Paläozoikum die Bryozoenfaunen der Riffbildungen wesentliche Abweichungen von den Faunen der nicht riffartigen, normalen, kalkig-sandigen Bryozoenfazies aufweisen. W. BRAUCH weist darauf hin (22), daß in den Zechsteinriffen stellenweise die knollig-kugeligen *Stromaria schubarti* in den seichteren, ufernahen Riffen am häufigsten sind, die zarteren, verästelten Arten aber hauptsächlich weiter vom Ufer ab zu finden sind.

6. Kalkig-sandige Bryozoenbildungen.

Da die bisher behandelte Lebensgemeinschaft eigentlich als eine Unterart der Korallenriffe aufzufassen ist, so gibt es, mindestens im Mesozoikum und Känozoikum, eine von den Riffen ganz unabhängige Bryozoenfazies.

Das Gestein dieser Fazies ist hauptsächlich kalkig-sandig und mit kleinen verästelten Bryozoen gefüllt. Die Begleitfaunen bestehen auch hauptsächlich aus kleinen Arten. Als Typus der känozoischen Vorkommnisse kann das an der Südseite des Meszestető-Berges bei Mátraverebély in Ungarn (12) betrachtet werden. Die Bryozoen bilden den größten Teil des Gesteins; vorwiegend sind

Scrupocellaria

Idmonea

Cellaria

Filisparsa

Retepora

und verschiedene sog. *Eschara*- und *Lepralia*-Formen.

Außer den Bryozoen sind die Echinodermen sehr auffallend, sie sind aber auch nur durch kleinere Arten vertreten und zwar die Crinoideen, Ophiuroideen, Asterideen, Echinoideen, von denen

Antedon hungaricus VAD.*Isocrinus hungaricus* VAD.*Actinometra hungarica* VAD.*Arbacina*„ *mátraverebélyensis* SZALAI*Fibularia pusilla* MÜLL.

angeführt werden können (57 u. 58). Kleine Brachiopoden kommen nicht selten vor; sie sind in dieser Fazies, mindestens im ungarischen Miozän, bei weitem häufiger als in allen anderen Fazies. Foraminiferen sind auch zahlreich und zwar die größeren Formen, wie hauptsächlich *Amphistegina hauerina* d' ORB. Die Mollusken sind aber ziemlich selten, nur *Dentalium* und kleine *Chlamys*-Arten sind darin zu finden. Auch in anderen Vorkommnissen dieser Fazies spielen die Mollusken keine bedeutendere Rolle.

Unter den mesozoischen Sedimenten gehören viele Schreiekreidebildungen zu dieser Fazies. Massenhaft kommen darin die kleineren, verästelten Bryozoen, von kleinen *Pecten*-Arten, regulären Echiniden [z. B. *Phymosoma* auf Rügen] und Crinoideen begleitet, vor. Die Vertreter oder Ersetzer der irregulären Echinoideen mittlerer Größen [*Ananchytes* etc.] fand ich in den miozänen Ausbildungen dieser Fazies nicht; in den behandelten Schreiekreidebildungen könnten sie als Versteinerungen der seichtesten Teile der neritischen Region als Beweise aufgeführt werden, gegen die Behauptung, daß diese Fazies schon in die mittlere, nicht in die seichtere Zone der neritischen Region einzureihen ist. Im Miozän läßt sich diese Frage etwas leichter entscheiden [s. Kap. VIII.] und da die Mehrzahl der Faunen dieser Fazies auch in der Kreide dieselben Charaktere besitzt, bin ich dafür, sie auch in die zweite neritische Zone einzureihen [s. ausführlich bei der Kreide].

Man muß bei dieser Fazies bemerken, daß ihre Schichten wegen ihrer petrographischen Eigentümlichkeiten beinahe immer einer starken Auflösung des Kalkes ausgesetzt waren. Darum sind darin aragonitschalige Reste sehr selten zu finden, sogar deren Abdrücke werden vernichtet und beinahe die ganze Fauna besteht aus kalzitschaligen Fossilien. Dies läßt uns vermuten, daß wir nicht alle Elemente dieser Lebensgemeinschaft kennen; in den rezenten Vorkommnissen kann man jedoch bemerken, daß die aragonitschaligen Tiere auch vor der Diagenese nicht viel verbreiteter sind.

7. Die tieferen Teile der neritischen Region.

Da auffallende und begrenzte Lebensgemeinschaften hauptsächlich da existieren können, wo die physikalischen Verhältnisse große Spezialisierungen aufweisen, sind die Lebensgemeinschaften größerer Meerestiefen, wo die

Lebensverhältnisse nicht mehr so mannigfaltig sind, gar nicht so leicht erkennbar, wie die des seichten Wassers. So gelang es mir bisher sehr wenig, die Faunentypen der tieferen neritischen Zone zu präzisieren; als ein allgemeiner Charakter kann nur angenommen werden, daß in diesen Faunen viele Elemente der tieferen und seichteren Fazies nebeneinander vorkommen und daß die kalkausscheidenden Algen ganz verdrängt werden. Wegen dieser Schwierigkeiten können zwar die tieferen neritischen Faunen eines Zeitalters zusammengestellt werden, jedoch keine beständigen Typen bestimmt werden.

8. Die Pleurotomeentone.

In größeren Tiefen, in der bathyalen Region, läßt sich eine wichtige und sehr beständige Lebensgemeinschaft erkennen, die der sog. Pleurotomeentone (29). Diese Faunen werden hauptsächlich von Mollusken und Foraminiferen, manchmal auch von Einzelkorallen zusammengesetzt. Unter den Foraminiferen sind *Globigerina*, *Uvigerina*, *Lingulina*, *Cristellaria*, *Nodosaria*, *Bulimina*, *Quinqueloculina* am meisten vertreten; von den Einzelkorallen können *Flabellum*, *Turbinolia*, *Trochocyathus*, *Deltocyathus*, *Ceratotrochus*, *Balanophyllia*, *Stephanophyllia* angeführt werden; die Lamellibranchiaten gehören meistens zu den Gattungen *Nucula*, *Leda*, *Neaera*, *Amussium* und sind vorwiegend kleinere, glatte Arten. Am wichtigsten ist aber die Schneckenfauna, die im allgemeinen mittelgroße, sogar große Formen enthält. In den rezenten Vorkommnissen dieser Lebensgemeinschaft, in einer Tiefe von 350 m abwärts, im Indischen Ozean, befinden sich die Schneckengattungen(59)

<i>Conus</i>	<i>Natica</i>
<i>Pleurotoma</i>	<i>Xenophora</i>
<i>Cancellaria</i>	<i>Solarium</i>
<i>Typhis</i>	<i>Scalaria</i>
<i>Rapana</i>	<i>Solariella</i>
<i>Nassa</i>	<i>Basilissa</i>
<i>Fusus</i>	<i>Cocculina</i>
<i>Mitra</i>	<i>Ringicula</i>
<i>Ancillaria</i>	<i>Actaeon</i> ,
<i>Cassis</i>	

unter denen *Pleurotoma* und *Fusus* am häufigsten sind. Sehr ähnliche Faunen findet man im ganzen Känozoikum: die Pleurotomeentone des italienischen Pliozäns, die miozänen Badener Tegel, den Septarienton im Oligozän, gewisse Teile des Bartonclay und Londonclay im Eozän.

9. Foraminiferenkalke der Flachsee.

Die Foraminiferen spielen in zweierlei Sedimenten größere, sogar gesteinsbildende Rolle: in den Kalksteinen und sandigen Kalken des seichtesten Neritikums und in den tiefen pelagischen und hemipelagischen Ablagerungen.

In den Flachwasserablagerungen herrschen die großen benthonischen Foraminiferen vor. Als rezente Vorkommnisse dieser Art können die folgenden bemerkt werden. Im Hafen von St. Vincent findet man (60) in einer Tiefe von 7–12 Faden ein weißes, sandig-kalkiges Sediment, von dem zwei Drittel aus den Schalen der *Amphistegina lessonii* und 2% aus Globigerinen bestehen. Auf den Fidschiinseln, bei Levuka, wird der grobe Korallenkalksand bis 50% aus *Orbitolites complanata* gebildet [in einer Tiefe von 12 Faden]. Im Hafen von Daressalam (61) kommen im kalkigen Sediment neben den Schalenrümern großer Muscheln *Amphistegina* und *Nummulites* massenhaft vor. Die Foraminiferenablagerung vor Tricomalee Bay (62) in 12 Faden Tiefe besteht zu zwei Drittel aus Heterosteginen.

Auch die fossilen Foraminiferenbildungen der Flachsee enthalten vorwiegend diese großen, dickschaligen benthonischen Formen, wie *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Orbitoides*, *Nummulites*, *Alveolina*, *Miliola* [die letzteren sind am wenigsten charakteristisch, da sie auch in den Ablagerungen größerer Tiefen sehr verbreitet sind]. Die grosse Ähnlichkeit dieser fossilen Bildungen mit den rezenten, so in den Charakteren der Gesteinsart, wie in denen der Fossilien beweist, daß sie als Äquivalente der heutigen Foraminiferenkalke in die seichtere Zone der neritischen Region einzureihen sind. Wenn sie eine Begleitfauna enthalten, ist diese immer die des seichteren Neritikums. Diese Foraminiferen werden in den tieferen Bildungen sehr verdrängt, nur die Nummulinen bleiben auch in den unteren Teilen der neritischen Region ziemlich häufig.

Von großer Bedeutung sind im Karbon die von den Fusuliniden gebauten Kalksteine, die zu dieser Fazies gehören. Über diese schrieb W. DEECKE (63⁴³): «Daß *Fusulina* und *Schwagerina* mit *Alveolina* genetisch verbunden ist, wird wegen der großen mesozoischen Lücke vorläufig zweifelhaft bleiben. Ich sehe in der gleichen Form nur Konvergenz und zwar, weil sich die Ungestaltung der Form als Anpassung wiederholt. Im mittleren Karbon kommen zuerst die langgestreckten Fusulinen vor, im Eozän treten unter den Alveolinen diese auch als erste auf und die rundlichen, an permo-

karbonische *Schwagerina* erinnernden Arten charakterisieren das Oligozän und Miozän.»

10. Foraminiferensedimente aus größeren Meerestiefen.

Unter den heutigen Tiefseeforaminiferensedimenten ist der Globigerinenschlamm am verbreitetsten; es gibt aber kaum fossile Sedimente, die mit ihm völlig übereinstimmen. Die Tiefsee- [und pelagischen] Foraminiferen sind aber auch schon in mittleren Tiefen, z. B. im Blauschlick von Bedeutung und ähnliche Sedimente haben sich auch in der geologischen Vergangenheit gebildet. In solchen foraminiferenreichen Tonen sind die planktonischen Foraminiferen überwiegend [*Globigerina*, *Orbulina* usw.], es sind aber die benthonischen [hauptsächlich die *Lagenidae*] auch vertreten; übrigens pflegt die Fauna nicht allzu reich zu sein, enthält aber oft viele lose Nadeln von Spongien und Echinoideen. Die Tiefseeeigenschaft dieser foraminiferenreichen Tone lässt sich darum selten mit Hilfe der Begleitfauna beweisen. Im miozänen Schlier von Donja Tuzla (Bosnien) findet sich aber auch die charakteristische Makrofauna, die die Tiefseeeigenschaft des Vorkommnisses beweist und im blaugrauen Tegel sind stellenweise die Globigerinen so häufig, daß sie fast die Hälfte des Gesteinsvolumens ausmachen. Die Foraminiferen selbst sind wegen ihrer großen Verbreitung schwache Faziesbeweise. Aus Mangel einer Makrofauna muß man sich oft mit negativen Beweisen begnügen: die Mikrofauna weicht nicht vor den anderen Tiefseeforaminiferenschichten und eine Flachseemakrofauna kommt neben ihr nicht vor.

Es gibt einige Globigerinengesteine, die unbedingt dem heutigen Globigerinenschlamm entsprechen. So z. B. der pliozäne Globigerinenmergel von Barbados [Westindien], dessen Gesteinsart und Fossilien mit dem Globigerinenschlamm völlig gleich sind. Dies trifft auch bei dem Globigerinenkalk von Malta [Miozän] zu. Die Schreibkreide wurde lange als Globigerinenschlamm der Kreidezeit aufgefaßt, bis klar wurde, daß sie oft eine Seichtwassermolluskenfauna enthält und ihre verbreitetsten Foraminiferen nicht die der Tiefsee [oder Hochsee] sind. Es ist jedoch auffallend, daß sie an einigen Lokalitäten, wie z. B. bei Swanscombe in England [Zone des *Micraster cortestudinarium*] eine Foraminiferenfauna enthält, die für eine beträchtliche Tiefe spricht (64), dem Globigerinenschlamm aber gar nicht entspricht. So muß man bei den Untersuchungen über die Faziesverhältnisse der Schreibkreide die Foraminiferen sehr in Betracht ziehen. Ich selbst bin, trotz der kleinen Zahl meiner diesbezüglichen

Beobachtungen, überzeugt, daß die Verteilung der Foraminiferen in den verschiedenen Fazies angehörenden Schreibkreidebildungen nicht so gesetzmäßig ist, wie heute oder im Miozän.

Die älteste Ablagerung, in der die Foraminiferen eine größere Rolle spielen, sind gewisse kambrische Schiefer in New Brunswick (65). Die Makrofauna dieser Schichten kann wohl auch aus größeren Tiefen stammen; die Foraminiferen, *Orbulina* und *Globigerina* kommen gar nicht so massenhaft vor, wie in dem rezenten Tiefseeschlamm.

Manche Geologen kämpfen auf alle mögliche Weise gegen die Zurechnung einiger Bildungen zu der Tiefseefazies. Sie führen gegen die Tiefseeeigenschaft der Globigerinenkalken an, daß sich ähnliche Ablagerungen in den Atollen, in kleinen Tiefen, bilden können. Der überall zitierte Fall ist der des Suvadiva-Atolls im Indischen Ozean (66 u. 67). Hier findet man im Inneren des Atolls in kleineren Tiefen das normale riffnahe Kalktrümmersediment, im tiefsten Teile der Lagune aber, bis zu 48 Faden, kommt kalkiger Pteropodenschlamm zur Ablagerung. Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, daß die pelagischen [planktonischen] Pteropoden und Foraminiferen sich in der Nacht in den obersten Wasserschichten finden und so in die seichte Lagune eingeschwemmt werden. Am Tage pflegen sie aber bis in die Tiefe von 100—400 m herabzusinken; dies ist wohl in der Lagune nicht möglich; sie sterben dort unter den ihnen ungünstigen Umständen und häufen sich am Boden an. Diese ganze Fauna besteht aus Arten, die, als pelagische Tiere, auch in den Ablagerungen der Tiefsee vorkommen, ja sogar die wichtigsten sind. Von den Pteropoden können *Clio australis*, *Cavolinia*, *Limacina*, *Atlanta*, *Carinaria*, von den Foraminiferen *Globigerina bulloides* und auch andere Arten dieser Gattung, dann *Orbulina universa*, *Pullenia sphaeroides*, *Pulvinulina menardi* usw. angeführt werden. Diese Fauna würde von der des Tiefseeschlammes nicht zu unterscheiden sein; es sind ihr jedoch regelmäßig zerstreute Flachseetierreste, wie Korallenbruchstücke und große bentonische Foraminiferen [*Amphistegina*, *Orbitolites*] beigemischt. Wenn also in einer älteren Bildung, die aus pelagischen Foraminiferen [und Pteropoden] besteht, gar keine auf kleinere Tiefen hinweisende Reste gefunden werden, dann dürfte sie nicht mehr mit diesem Vorkommen parallelisiert werden. Hauptsächlich finden sich noch dazu in den Tiefseeablagerungen auch manche benthonische Tiefseeforaminiferen, die die Entstehung in der Lagune eines Atolls völlig ausschließen. Und endlich scheint es mir wohl gezwungen, wenn die zwei-

fachen Vorkommnisse von Foraminiferenschlamm [Atoll oder Tiefsee] nicht einmal wie 1 zu 100.000 sich verhalten, die fossilen Vorkommnisse durch diesen gar nicht wahrscheinlichen Fall zu erklären. Darauf kann nichts anderes führen, als das Prinzip der Permanenz der Ozeane, weswegen man keine geologische Formation für die Ablagerung größerer Meerestiefen annehmen darf.

* * *

LITERATUR.

1. A. GRESSLY: Observations géologiques sur le Jura Soleurois. Neue Denkschr. Allgem. Schweiz. Gesellsch. Gesamt. Naturwissensch., Bd. 2., 4., 5., 1838—41.
2. C. DE STEFANI: Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. Annales Soc. Géolog. de Belgique, tome 18., 1890—91.
3. HEINCKE: Die Mollusken Helgolands. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Neue Folge, Bd. 1. 1896.
4. TH. FUCHS: Über die bathymetrischen Verhältnisse der sogenannten Eggenburger und Gauderndorfer Schichten des Wiener Tertiärbeckens. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Mathem. Naturwiss. Cl., Bd. 109., 1900.
5. E. FORBES: Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea, and on their Distribution, considered as Bearing on Geology. Report of the British Assoc. Adv. Sci. 1843.
6. L. STRAUZ: A biai miocén. Über das Miocän von Bia. Földtani Közlöny, [Geologische Mitteilungen], Budapest, 1923.
7. J. STARKIE GARDNER—H. KEEPING—H. W. MONCKTON: The Upper Eocene, comprising the Barton and Upper Bagshot Formations. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 44., 1888.
8. W. DEECKE: Paläontologische Betrachtungen II. Über Zweischaler. Neues Jahrbuch für Mineral, etc., Beilage Bd. 35., 1913.
9. L. LÖRENTHEY: Ujabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiaiához. V. Ujabb adatok a felsőmediterrán kifejlődéséhez és faunájához. Math. Term. tud. Értesítő [Mathemat. u. Naturwissensch. Berichte aus Ungarn], Bd. 29., 1911.
10. L. STRAUZ: Fácies tanulmány a tétényi lajtameszekken. Über die Faziesverhältnisse der Tétényer Leithakalke. Földtani Közlöny [Geologische Mitteilungen], 1923.
11. W. PETRASCHECK: Studien über Faziesbildungen im Gebiete der sächsischen Kreideformation. Inaugural-Dissert. Leipzig—Dresden. 1899.
12. L. STRAUZ: Az északkeleti Cserhát mediterrán fáciesei. [Über die Fazies des Mediterrans im nordöstlichen Cserhát]. Eötvös-füzetek, 1924. (Nur ung.)
13. W. KOERT: Meeresstudien und ihre Bedeutung für den Geologen. Naturwissensch. Wochenschrift, Neue Folge, Bd. 3., 1904.
14. K. MÖBIUS: Über die Tiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensverhältnisse. Sitzungsber. Preuss. Akademie d. Wissensch. 1893.

15. M. E. DESOR—E. C. CABOT: On the Tertiary and more Recent Deposits in the Island of Nantucket. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 5., 1849.

16. F. CHAPMAN: On the Importance of Halimedeas as a Reefforming Organism, with a Description of the Halimedeas-Limestones of the New Hebrides. Quarterly Journal of the Geological Society, 1906.

17. L. STRAUZ: Mecsekjános, Szopok és Mecsekpölöske környékének geológiája. Über die geologischen Verhältnisse der Gegend von Mecsekjános, Szopok und Mecsekpölöske [im Komitate Baranya]. Földtani Közöny [Geologische Mitteilungen] 1923.

18. J. FRÖH: Zur Kenntnis der gesteinsbildenden Algen der Schweizer Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Säntisgebietes. Abhandl. Schweiz. Paläont. Gesellsch., Bd. 17., 1890.

19. K. MARTIN: Lithothamnien in cretaceischen und jüngeren Ablagerungen tropischer Inseln. Centralblatt für Mineral. etc. 1901.

20. E. MOJSISOVICS v. MOJSVÁR: Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Wien, 1879.

21. C. DIENER: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien, 1925.

22. W. BRAUCH: Verbreitung und Bau der deutschen Zechstein-Riffbildungen. Geol. Archiv, Bd. 2., 1923.

23. E. B. WETHERED: The Depths of the Sea in Past Epochs. Rep. British Assoc. Adv. Sci., 1896.

24. E. J. GARWOOD: On the Important Part played by the Calcareous Algae at certain Geological Horizons, with Special Reference to the Palaeozoic Rocks. Geological Magazine, New Ser., Dec. 5., vol. 10., 1913.

25. A. ROTHPLETZ: Über Algen und Hydrozoen im Silur von Gotland und Oesel. Kongl. Svenska Vetenskapsakademien Handlingar, Bd. 43., No. 5.

26. A. BROWN: On the Structure and Affinities of the Genus *Solenopora*, together with Descriptions of New Species. Geological Magazine, New Ser., Dec. 4., vol. 1., 1894.

27. R. H. TIDDEMAN: Roches carbonifères du sud des failles; — in: J. E. MARR et R. H. TIDDEMAN: La géologie de l'ouest du Yorkshire. Congrès Géologique international, Compte Rendu de la 4.^{me} session, Londres, 1888.; Rep. British Assoc. Adv. Sci. 1891.

28. J. E. MARR: On Limestone Knolls in the Craven District and elsewhere. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 55., 1899.

29. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Beilage Bd. 2., 1883.

30. A. ROTHPLETZ: Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart, 1894.

31. E. PHILIPPI: Über Dolomitbildung und chemische Abscheidung von Kalk in heutigen Meeren. Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Sonderband 1907.

32. R. FISCHER-BENZON: Über das relative Alter des Faxekalkes und über die in demselben vorkommenden Anomuren und Brachyuren, Kiel, 1866.

33. J. W. GREGORY: Contributions to the Palaeontology and Physical Geology of the West Indies. Quarterly Journal of the Geological Society, 1895.

34. W. HILL: On the Minute Structure of some Coral Limestones from Barbados. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 47., 1891.

35. A. MICHALSKI: Sur la nature géologique de la chaîne de collines de Podolie, nommées „toltry“. Bulletin du Comité Géolog. St. Petersburg, vol. 14., 1895.

36. YAKOVLEV: Les récifs coralliens existent-ils dans le paléozoïque? Bulletin du Comité Géolog. St. Petersburg, vol. 30., 1911.
37. TH. W. VAUGHAN: Physical Conditions under which Paleozoic Coral Reefs were formed. Bull. Geolog. Soc. Americ., 1911.
38. C. WIMAN: Über silurische Korallenriffe in Gotland. Bulletin of the Geolog. Instit. Univ. Upsala, vol. 3., pt. 2., no. 6.
39. A. W. GRABAU: Paleozoic Coral Reefs. Bull. Geolog. Soc. Americ., vol. 14., 1903.
40. J. WALTHER: Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig, 1908.
41. H. LOTZ: Die Fauna des Massenkalks der Lindener Mark bei Giessen. Schrift. Gesellsch. Beförd. Naturwiss. zu Marburg, Bd. 13., Abt. 7., 1914.
42. E. DUPONT: Les îles corallines de Roly et de Philippeville. Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., tome 1., 1882.
43. C. R. STAUFFER: Geology of the Region around Hagersville. Canada, Department of Mines, Geological Survey, Guide Book No. 4., 1913.
44. K. ANDRÉE: Verschiedene Beiträge zur Geologie von Canada. Schrift d. Naturhist. Gesellsch. Marburg., Bd. 13., Abt. 7., 1914.
45. T. C. CHAMBERLIN: Geology of Wisconsin. Survey of 1873—77.
46. A. W. GRABAU: Principles of Stratigraphy. New York, 1913.
47. CH. D. WALCOTT: Second Contribution to the Studies of the Cambrian Faunas of North America. Bulletin of the U. S. Geological Survey, No. 30., 1886.
48. W. DEECKE: Paläontologische Betrachtungen, V. Über Korallen. Neues Jahrbuch für Mineral. etc., 1913. II.
49. L. F. POURTALES: Der Boden des Golfstromes und der Atlantischen Küste Nord-Amerikas. PETERMANN's Mitteilungen, 1879.
50. A. J. JUKES-BROWNE: The Building of the British Isles. London, 1911, 3rd edition.
51. N. ANDRUSSOW: Die fossilen Bryozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman. Kijew, 1909—1911.
52. TH. LIEBE: Ein Bryozoenriff. „Humboldt“, 1883.
53. E. RUEBENSTRUNK: Über riffbauende Tiere und andere erdgeschichtliche Beobachtungen im Thüringischen Zechstein-Riffgebiet. Zeitschrift für Naturwissenschaften, 1915.
54. C. J. SARLE: Reef Structures in Clinton and Niagara Strata of Western New York. The American Geologist, vol. 28., 1901.
55. A. W. GRABAU: Guide to the Geology and Paleontology of Niagara Falls and Vicinity. Bull. New York State Mus., No. 45., vol. 9., 1905.
56. M. E. VADÁSZ: Magyarország mediterrán túskebőrről. Geologica Hungarica, I., 2.
57. T. SZALAI: Adatok a harmadkori Crinoideák kérdéséhez. Daten zur Frage der Tertiärcrinoideen. Földtani Közlöny [Geologische Mitteilungen], 1925.
58. TH. FUCHS: Über ein neues Analogon der Fauna des Badener Tegels. Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien., 1905.
59. J. MURRAY et A. E. RENARD: Deep-Sea Deposits. Scientific Results Challenger Exp., 1891.
60. J. MURRAY et E. PHILIPPI: Grundproben der deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899., Bd. 10.

62. J. LOMAS: On Deposits dredged by Professor HERDMAN in the Indian Ocean. Rep. British Assoc. Adv. Sci., 1902.
63. W. DEECKE: Paläontologische Betrachtungen, VI. Über Foraminiferen. Neues Jahrbuch für Mineral. etc., 1914.
64. F. CHAPMAN: Note on some Microscopic Fossils from the Chalk of Swanscombe. Proceedings of the Geologists Association, vol. 13., 1894.
65. G. F. MATHEW: The Protolenus Fauna. New York Acad. Sci. Transactions, vol. 14., 1895.
66. J. STANLEY-GARDINER: The Fauna and Geography of the Maladive and Laccadive Archipelagoes. Cambridge, 1903—1906.
67. TH. FUCHS: Über Pteropoden-und Globigerinenschlamm in Lagunen von Koralleninseln. Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1905.

VII. Die Zusammensetzung der fossilen Faunen.

Die in einer Schicht vorkommenden Fossilien entsprechen nicht vollständig der Fauna und Flora, die an jenem Ort gelebt hat. Es bleibt nur ein gewisser, oft kleiner Teil der Lebewesen versteinert übrig und außerdem gelangen in das Sediment auch Fossilien, die nicht an der Stelle gelebt haben, wo sie jetzt zu finden sind.

1. Die Verteilung des Plankton.

Die planktonischen Tiere, die an der Oberfläche, bzw. in den oberen Schichten des Meerwassers leben, können in die Ablagerungen verschiedener Tiefen gelangen. Doch spielt das Plankton in den Seichtwasserablagerungen eine bedeutend kleinere Rolle als in der Tiefsee. Der überwiegende Teil des Plankton ist nämlich nicht immer in der Nähe der Wasseroberfläche, sondern sinkt auch bis in eine Tiefe von 400 m hinab. Wenn das Meer aber diese Tiefe gar nicht erreicht, dann findet es darin keine günstigen Lebensmöglichkeiten und meidet solche Gewässer. In die Ablagerungen der Flachsee gelangt es nur dort in größerer Anzahl, wo ein rascher Übergang vom tiefen Meer zum seichten, ev. zum Strand vorhanden ist (1). Da man überall unzweifelhaft beobachten kann, daß die heutigen Tiefseesedimente viel reicher an planktonischen Resten sind als die Flachseesedimente, dürfen auch diese Komponenten der fossilen Faunen nicht außer Acht gelassen werden, wenn sie auch nicht so wichtig sind, wie die benthonischen Fossilien.

2. Das Pseudoplankton.

Nicht nur die planktonischen Tiere können mit den Faunen, die an Ort und Stelle gelebt haben, gemischt werden, sondern auch Elemente des Benthos. Man beobachtete, daß gewisse Litoraltiere, Krebse, Schnecken, Bryozoen sich an die Seetange des Sargassomeeres anheften und so auf das offene Meer getragen werden, wo sie in die Tiefe sinken. Solche pseudoplanktonische Einmengsel kommen auch bei fossilen Sedimenten vor und wurden in den meisten Fällen sicher durch in das Meer getriebene Pflanzenreste ermöglicht. So sind die vielen Bohrmuscheln hauptsächlich mit dem Treibholz in die tieferen Ablagerungen des Londonclay gelangt. Nach J. WALTHER wurde auch *Pentacrinus*, auf Pflanzen geheftet, in gewisse Sedimente geschleppt (2).

3. Eingeschwemmte Flachseetiere in Sedimenten größerer Meerestiefen.

Es ist ein sehr selten vorkommender Fall, daß in einer Ablagerung zwei aus verschiedenen Tiefen stammende Faunen miteinander völlig gemischt zu finden wären. Zwei solche Fälle sind aus dem Obermediterrän von Bocca d'asino (Italien) und Zebegény (Ungarn) bekannt. In beiden Sedimenten sollen der rasche Abfall des Meeresbodens und Strömungen ermöglicht haben, daß eine Flachwasserfauna der bodenständigen tieferen Fauna beigemischt wurde; die beiden Komponenten der sich jetzt im Sedimente befindenden Fauna lassen sich sehr gut trennen [s. eingehender bei dem Miozän].

4. Eingeschwemmte Flachwassersedimentmassen in den Sedimenten größerer Meerestiefen.

Eine andere Möglichkeit der Mischung verschiedener Faunen ist, wenn nicht nur die organischen Reste, sondern ganze Sedimentmassen aus der Flachsee in größere Tiefen hinabrutschen. TH. FUCHS hat solche Erscheinungen in dem Mediterran des Wiener Tertiärbeckens beobachtet, wo größere Gesteinsmassen aus den kalkigen Seichtwasserschichten in die Tiefe geglitten und als auffallend heterogene Elemente in den Tegelschichten zu finden sind (3 u. 4).

5. Massenhaftes Vorkommen einer Tierart oder mehrerer Arten.

Oft kommen gewisse Tierarten in einer Schicht massenhaft vor. Dies kann sehr verschiedene Ursachen haben.

a) MUSCHELBÄNKE.

Wenn eine Art irgendwo sehr günstige Lebensmöglichkeiten findet, dann kann sie so massenhaft gedeihen, daß sie die anderen Arten verdrängt, den Boden für sich selbst behauptet, ganze Bänke und Kolonien bildet. Solche Bänke kommen hauptsächlich in sehr seichtem Wasser vor. Sehr bekannt sind die Austernbänke, die ebenso häufig fossil, wie rezent sind [s. bei den Lebensgemeinschaften].

b) PLANKTONANHAUFUNGEN.

Die planktonischen Tiere können sich beinahe ausschließlich auf dem Boden tieferer Meeresteile anhäufen. Der Grund dieser Anhäufung kann das Fernhalten des klastischen und chemischen Sediments und der Mangel an bodenbewohnender Fauna sein, da die hinabsinkenden Reste des Plankton die ganze Ablagerung oder einen großen Teil davon bilden können [z. B. Globigerinenschlamm]. Auch in Schichten, deren Ablagerung nicht zu langsam war, können die Planktontiere eine größere Zahl erreichen, wenn sie durch günstige Wasserbewegungen dorthin geschleppt werden. Für einen solchen Fall halte ich den globigerinenreichen Schlier von Donja Tuzla (Bosnien), wo die planktonischen Foraminiferen massenhaft vorkommen und gar nicht vorauszusetzen ist, daß der Tegel sich langsamer abgelagert hätte als normal [s. ausführlicher bei dem Miozän].

c) ANHAUFUNG LEERER SCHALEN AM STRAND.

Im seichten Meere werden die Schalen der abgestorbenen Tiere durch die Wasserbewegungen [Wellenschlag, Ebbe und Flut, Strömungen] oft in großen Massen zusammengeschwemmt. Hauptsächlich ist es am Strand sehr auffallend, daß die Schalen von verschiedener Gestalt, Größe und Schwere separiert und in einer bestimmten Lage angehäuft werden. Die Erscheinung wurde an den heutigen Meeresufern gut studiert [s. z. B. J. WEIGELT (5)]. R. RICHTER hat die Lage der angehäuften Muschelschalen ausführlich beobachtet (6116-7): «Regelmäßig gebaute Muschelhälften, d. h. von Schüsselform mit in einer Ebene liegendem Rand, zeigen mit der Wölbung der Mehrzahl heute nach oben und fossil nach dem Hangenden. — Im Schill, in Konglomeraten und Riffkalken, im Byssusgespinnst und in gespickten Geröllen liegen sie ungerichtet durcheinander. Die Lage gewölbt-unten ist von ihnen heute nur im Spülsaum bekannt und fossil nur ausnahmsweise zu erwarten, wo ein solcher Spülsaum erhalten ist. — Abwei-

chend gebaute Muscheln können sich abweichend verhalten. Z. B. zeigen Schalen mit stark übergreifendem Wirbel oder mit einem Höhlung beim Auf- liegen nicht abschließenden Rand mitunter mit der Wölbung der Mehrzahl nach dem Liegenden.»

Bei Fossilien hat dies z. B. B. von FREYBERG (7) in der germanischen Trias studiert. Er beschrieb das Vorkommen von Lieskau bei Halle, wo in einem Horizonte die Gervillien, darüber aber die Myophorien angehäuft werden. Er schreibt (7239): « Die Myophorien liegen mit der Außenfläche nach oben, die Gervillien jedoch umgekehrt. Dies ist zunächst überraschend. Die Schale von *Gervillia* hat jedoch einen wellig gebogenen, auf- und absteigenden Rand und dessen Unterstützungspunkte liegen so ungünstig zum Schwerpunkt, daß die Schalenhälfte in umgekehrter Stellung fester liegt.» Diese bodenfremden Fossilbänke sind von den bodenständigen leicht zu unterscheiden. Die letztgenannten «sind kenntlich an ihrer Mischfauna, die Schalen liegen ohne gesetzmäßige Orientierung in allen Größenverhältnissen durcheinander, vielfach in der Stellung, die das lebende Tier einnahm, Muscheln und Brachiopoden sind oft zweiklappig. Daß diese Bänke sich auf weitere Erstreckung verfolgen lassen, darf nicht wundernehmen.»

Die Stellung der Schalen ist hauptsächlich nur am Ufer so regelmäßig. Die Schalen häufen sich aber auch in etwas größeren Tiefen an, wie z. B. bei Helgoland, wo die leeren Schalen an die stilleren Teile des Bodens geschwemmt werden (sog. Schill) (8).

* * *

LITERATUR.

1. TH. FUCHS: Über die pelagische Flora und Fauna. Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1882.
2. J. WALTHER: Über die Lebensweise fossiler Meerestiere. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1897.
3. TH. FUCHS: Über eigentümliche Störungen in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens und über eine selbständige Bewegung loser Terrainmassen. Jahrbuch d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien, 1862.
4. TH. FUCHS: Über die Kräfte, durch welche die Meeressedimente von der Küste gegen die Tiefe zu bewegt werden. Verhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1877.
5. J. WEIGELT: Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachseegesteine und das Erzlager von Salzgitter. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, 1923.
6. R. RICHTER: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie, III.—VI. Senckenbergiana, Bd. 4., 1922.
7. B. FREYBERG: Der Aufbau des unteren Wellenkalks im Thüringer Becken. Neues Jahrbuch für Mineral. etc. Beilage Bd. 45., 1922.

8. F. HEINCKE: Die Mollusken Helgolands. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Neue Folge, Bd. 1., 1896.

VIII. Die Tiefenzonen.

Die Zonengliederung, der ich mich in dieser Arbeit bediene und in die ich die verschiedenen Fazies einteile, ist folgende:

Litorale Region

Neritische Region 1. oder seichtere Zone

2. „ mittlere „

3. „ tiefere „

Bathyale Region seichtere Zone

tiefere „

Abyssische Region.

Die litorale Region soll bis dorthin gerechnet werden, wo noch ein bedeutender Wellenschlag vorhanden ist, der die Fauna, bzw. einen Teil der Fauna nötigt, sich durch Anheften oder Einbohren in den Boden gegen das Fortschwemmen zu wehren.

Die neritische Region wird vom Litoral bis zu einer Tiefe von 200 m gerechnet. Es gibt hier natürlich keine scharfe Grenze; oft ist nicht leicht zu entscheiden, ob eine Fazies hier oder bei der bathyalen Region einzuteilen ist. So ist die Entscheidung sehr schwer, wenn z. B. in einem sandig-tonigen Sedimente neben mehreren syphonostomen Schnecken auch die größeren Flachwassermuscheln eine Rolle spielen und in der hauptsächlich aus Globigerinen, Nodosarien und Cristellarien zusammengesetzten Foraminiferenfauna auch die großen Polystomellen, Amphisteginen und Nummuliten vorkommen. In solchen Fällen folge ich immer dem Prinzip die betreffenden Fazies, wenn der wahrscheinliche Fehler, der bei der Einteilung in die neritische oder in die bathyale Region begangen würde, gleich zu sein scheint, immer in die letztere einzuteilen. Zu der neritischen Region gehören nämlich auch ohnehin weit mehr Fazies, als zu der bathyalen und in dieser werden auch die neritisch—bathyalen Übergangsbildungen nicht so sehr von den typischen bathyalen abweichen, wie die verschiedenen neritischen Fazies untereinander.

In die seichtere Zone des Neritikums teile ich jene Tiefen ein, die

das intensive Pflanzenleben bevorzugte. Die untere Grenze kann in einer Tiefe von 50–80 m gezogen werden. Die typischen Lebensgemeinschaften dieser Zone sind die Kalkalgenkolonien und Korallenriffbildungen; die Bryozoen- und Serpulenriffe gehören auch hierher. In der mittleren Zone nimmt das Pflanzenleben sehr ab, doch kann es noch nicht außer Acht gelassen werden [z. B. die miozänen Bryozoensande des Cserhát-Gebirges]. Die Lebensgemeinschaften der kalkig-sandigen Bryozoenbildungen gehören hierher. Sie enthalten oft eine bedeutende Kalkalgenflora, doch zeigen hauptsächlich ihre Übergänge in die tieferen Fazies wohl, daß sie nicht an die seichtesten Fazies gebunden werden können. Die nächste gut charakterisierte Lebensgemeinschaft ist die der Pleurotomeentone, die schon in die bathyale Region gehört. Die tieferen Teile der neritischen Region, wo es kein bedeutendes Pflanzenleben mehr gibt, können nur dadurch charakterisiert werden, daß hier neben den neritischen viele bathyale Arten vorkommen. Wie die untere, läßt sich auch die obere Grenze dieser Zone mangels gut erkennbarer Lebensgemeinschaften schwer bestimmen. Die Ablagerungen der zweiten neritischen Zone, [wenn sie nicht eben Bryozoensande sind], können von diesen nur ganz subjektiv unterschieden werden: in der mittleren Zone sollen die Arten, die auch in der [gut erkennbaren] seichteren Zone vorkommen, zahlreicher, die bathyalen Arten aber viel seltener sein, als in der tieferen neritischen Zone.

Der seichtere Teil der bathyalen Region enthält die Pleurotomeentone, die kaum zu verkennen sind; aber auch die Faunen anderer gleich tiefer Fazies sind denen der Pleurotomeentone so ähnlich, daß sie die Übereinstimmung leicht feststellen lassen; so z. B. im Miozän die nicht viele Schnecken, aber zahlreichere Muscheln und Foraminiferen enthaltenden Tegelschichten [s. z. B. Mecsek-Gebirge]. Es gibt einige bathyale Bildungen, die sich in noch größeren Tiefen gebildet haben können als die Pleurotomeentone; so z. B. der Schlier (Mediterran). Nur selten findet man darin reichere Makrofaunen und beinahe keine in auch geringeren Tiefen vorkommenden Elemente. Fauna und Gestein sind am meisten dem heutigen «blue mud» [Blauer Schlick] ähnlich und darum, den bathymetrischen Verhältnissen des Blauen Schlicks entsprechend, sollen sie in die tiefere bathyale Zone eingeteilt werden.

In einigen kainozoischen Schichten befinden sich kaum andere Fossilien als die in gesteinsbildenden Massen angehäuften planktonischen Reste. Diese sollen die abyssische Region vertreten. So z. B. der viel besprochene

Globigerinenmergel von Barbados. Ob hier aber eine Tiefe von 5000 m oder eine kaum über 1000 m vorauszusetzen ist, ist schwer zu entscheiden

Anhang.

Das wiederholte Wechseln dünner Schichten von verschiedenen petrographischen Charakteren machte den Faziesforschern oft Sorgen. So fand man kaum eine befriedigende Lösung der Entstehung der mit tonigen Zwischenlagen wechselnden Lithographkalke von Solnhofen etc. [s. J. WALTHER (1), A. ROTHPLETZ (2), J. SCHWERTSCHLAGER (3), O. ABEL (4)]. Am schwersten war jedoch die Frage bei den Radiolariten und «Tiefseetonen», wo tonige und kieselige Schichten miteinander oder Radiolaritbändern mit Sandstein wechsellagern. (5, 6 u. 7). Da die Radiolarite beinahe immer in der Nähe der ophiolithischen Massengesteine vorkommen, dachte man auf eine Entstehung infolge chemischer Vorgänge, also nicht in ähnlicher Weise, wie in der heutigen Tiefsee [s. z. B. W. SEIDLITZ (8), A. J. JUKES-BROWNE (9), E. NOWACK (10) und bei dem letzteren zitiert (10²⁶⁷): NEUMAYR, PHILIPPSON, KOSSMAT]. W. D. LANG (11) und E. F. DAVIS (6) versuchten schon eine Erklärung dieser eigentümlichen Schichtung durch die Diagenese, doch erst nach E. WEPFER's neuesten Studien (12) steht diese Frage klar. Seine Ergebnisse möchte ich hier nicht wiederholen, nur bemerken, daß eine nachträgliche Entstehung dieser Schichtungen, infolge der Diagenese, unbedingt möglich ist und dies muß bei den Faziesforschungen im Auge behalten werden.

* * *

LITERATUR.

1. J. WALTHER: Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke bionomisch betrachtet. HAECKEL-Festschrift, Jenaische Denkschriften, 1904.
2. A. ROTHPLETZ: Über die Einbettung der Ammoniten in die Solnhofener Schichten. Abhandlungen d. königl. Bayr. Akademie d. Wissensch. II. Kl., Bd., 24., Abt. 2., 1909.
3. J. SCHWERTSCHLAGER: Die lithographischen Plattenkalke des obersten Weissjura in Bayern. München, 1919.
4. O. ABEL: Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena, 1922.
5. G. STEINMANN: Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Die SCHARDT'sche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolithischen Massengesteine. Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br., Bd. 16., 1906.

6. E. F. DAVIS: The Radiolarian Cherts of the Franciscan Group. University of California Publications, Bulletin of the Department of Geology, Vol. 11., No. 3., 1918.
 7. W. DEECKE: Faziesstudien über europäische Sedimente. Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br., Bd. 20., 1913—14.
 8. W. SEIDLITZ: Geologische Untersuchungen im östlichen Rätikon. Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br., Bd. 16., 1906.
 9. A. J. JUKES-BROWNE: The Building of the British Isles. 3^d edition, London, 1911.
 19. E. NOWACK: Beiträge zur Geologie von Albanien. Neues Jahrbuch f. Mineral. etc., Sonderband 1923.
 11. W. D. LANG: The Geology of the Charnmont Cliffs, Beach and Fore Shore. Proceed. Geologists Assoc., vol. 25., 1913.
 12. E. WEPFER: Über die Entstehung von Schichtung. Zeitschrift der Deutschen Geol. Gesellsch. Monatsberichte, 1926.
-

SPEZIELLER TEIL.

Die Faziesverhältnisse der einzelnen kainozoischen Bildungen behandle ich in einer Ordnung von den jüngsten an zu den älteren. Dies ist in den Faziesstudien viel praktischer als die in der Stratigraphie gebrauchte umgekehrte Reihenfolge. Denn wir gehen in den Vergleichen von den heutigen Verhältnissen aus, denen aber am meisten die Verhältnisse der jüngsten geologischen Perioden ähnlich sind; später kommen immer mehr von den rezenten abweichende Eigenschaften dazu, die z. T. aus den der näheren geologischen Alter zu erklären sind. Da aber meine Faziesstudien nicht in dieser Ordnung durchgeführt worden sind, wird es nicht immer leicht zu durchschauen sein, wie ich stufenweise zu den hier angegebenen Resultaten gelangt bin. Ebenso ist es bei der Anordnung der Besprechung der einzelnen Fazies vom Ufer zur Tiefe. Doch war ich der Meinung, daß die Durchsichtigkeit der Resultate ebenso wichtig ist und habe so diese Anordnung beibehalten, da die Methoden im allgemeinen Teil ohnehin zu finden sind.

In der paläontologischen Nomenklatur gebrauche ich nicht die neuesten Synonymen, sondern immer die Namen, die bei den zitierten Autoren vorkommen, da ich in einem nicht paläontologischen Werke die Klarheit der systematischen Präzision vorziehen möchte. Auf die Anordnung der Gattungen in den Faunenlisten habe ich kein großes Gewicht gelegt, da in dieser Hinsicht nicht die mindeste Einigkeit unter den Fachleuten herrscht.

Kainozoikum.

PLEISTOZÄN.

Die uns zugänglichen pleistozänen Ablagerungen zeigen im allgemeinen, daß die Meeresablagerungen in dieser Periode den heutigen sehr ähnlich sind. Ein so reiches Material wie aus den älteren Perioden steht nicht zur Verfügung, denn tiefere Meeresboden wurden seit dem Pleistozän nicht über den Meeresspiegel gehoben und entziehen sich daher der Beobachtung.

Nordwesteuropa.

Unter den Pleistozänschichten von Nordwesteuropa findet man die rezenten Seichtwassersedimenttypen derselben Gegend beinahe unverändert. Die gehobenen Muschelbänke an den Kontinentenrändern sind gewöhnlich Litoralbildungen. Häufig sind solche an den Küsten Norwegens zu finden (1, 2 u. 3). TH. FUCHS unterscheidet unter diesen Muschelbänken Litoralbildungen und Tiefseebildungen (1917): « Die Litoralbildungen liegen stets höher am Ufer, werden von gröberen Materialien gebildet und enthalten in großer Menge die gewöhnlichen Strandconchylien:

<i>Mya truncata</i>	<i>Patella vulgaris</i>
„ <i>arenaria</i>	<i>Natica clausa</i>
<i>Tellina solidula</i>	<i>Buccinum groenlandicum</i>
<i>Cardium edule</i>	„ <i>undatum</i>
<i>Mytilus edulis</i>	<i>Balanus porcatus</i>
<i>Litorina litorea</i>	„ <i>crenatus.</i> »

Diese Litoralfauna stimmt mit den rezenten völlig überein und so ist ihre Fazies nicht bestreitbar. Die in einem tieferen Niveau liegenden, tonigen Schichten enthalten dagegen eine weniger charakteristische Fauna, die TH. FUCHS für eine Tiefseefauna hielt (1917):

Tiefseekorallen (<i>Oculina</i>)	<i>Yoldia pygmaea</i>
<i>Waldheimia septigera</i>	<i>Leda pernula</i>
<i>Rhynchonella psittacea</i>	<i>Nucula tenuis</i>
<i>Isocardia cor</i>	<i>Arca raridentata</i>
<i>Cardium elegantulum</i>	<i>Dentalium abyssorum</i>
<i>Neaera cuspidata</i>	<i>Syphonodentalium viteum</i>
<i>Yoldia arctica</i>	<i>Ophiura sarsii.</i>
„ <i>intermedia</i>	

Wenn wir aber diese Fauna mit den rezenten Faunen der Ost- und Nordsee vergleichen, dann sehen wir, daß sie den mittleren Teilen der neritischen Region und keineswegs einer Tiefsee entspricht. Übrigens bezeichnet TH. FUCHS solche Tiefen [ca. 100 m] schon als « Tiefsee ».

H. MUNTHE (4) beschreibt Meeresfaunen aus den tonigen Interglazialschichten von Schottland. So bei Cleongart:

<i>Ostrea edulis</i> L.	<i>Venus gallina</i> L.
<i>Anomia ephippium</i> L.	„ <i>ovata</i> PENN.
<i>Pecten opercularis</i> L.	<i>Tellina calcarea</i> CHEMN.
„ <i>islandicus</i> MULL.	„ <i>baltica</i> L.
„ <i>maximus</i> L.	<i>Saxicava rugosa</i> L.
<i>Mytilus edulis</i> L.	<i>Mya truncata</i> L.
<i>Yoldia lenticula</i> FABR.	<i>Trophon truncatus</i> STROM.
„ <i>pernula</i> MULL.	<i>Purpura lapillus</i> L.
<i>Nucula</i> sp.	<i>Fusus contrarius</i> L.
<i>Astarte banksii</i> LEACH.	<i>Buccinum undatum</i> L.
„ <i>borealis</i> CHEMN.	<i>Natica groenlandica</i> BECK
„ <i>elliptica</i> BROWN	„ <i>clausa</i> BROD. et SOW.
<i>Montacuta bidentata</i> MONT.	<i>Bela turricula</i> MONT.
<i>Cardium norvegicum</i> SENGL.	<i>Litorina litorea</i> L.
„ <i>fasciatum</i> MONT.	„ <i>rudis</i> MAT.
„ <i>exiguum</i> GMEL.	<i>Hidrobia ulvae</i> PENN.
„ <i>edule</i> L.	<i>Turritella terebra</i> L.
„ <i>tuberculatum</i> L.	<i>Trochus timidus</i> MONT.
<i>Cyprina islandica</i> L.	<i>Dentalium entalis</i> L.

MUNTHE bestimmt die Tiefe dieser Ablagerung wegen des Vorkommens der beiden *Yoldia*-Arten in ca. 40 m. Mir scheint dies doch keine so große Tiefe zu beweisen, da die übrigen Arten im seichtesten Wasser leben. Die Tiefe von 40 m gehört aber auch in die seichtere neritische Zone, in die ich diese Ablagerung einreihe; diese Fauna entspricht vollkommen einer aus der genannten Tiefe der Nordsee. — In diesem Seichtwassersedimente findet sich eine Foraminiferenfauna, die zur Hälfte aus Flachseecarten, zur Hälfte aus den Arten, die auch im tieferen Neritikum heimisch sind, zusammengesetzt ist. Dies Beispiel zeigt, daß das fossile Vorkommen der Foraminiferen ebensowenig oder noch weniger charakteristisch für die Tiefenverhältnisse ist als in der Jetztzeit. Nur in jenem Falle dürfen die Foraminiferen als Tiefseebeweise vorgebracht werden, wenn in einer Ablagerung

massenhaft große Flachsearten oder ausschließlich Tiefseearten vorkommen.

Auch die Angaben F. ANDERSSON's (5) zeigen, daß die pleistozänen Fazies mit den rezenten übereinstimmen. Die Foraminiferenfaunen der seichtesten neritischen Ablagerungen sind aber auch hier so gemischt, wie im vorigen Beispiele.

Korallenriffe von Barbados.

Unter den tropischen Pleistozänbildungen sind die Korallenriffe der Aufmerksamkeit wert. Solche finden sich z. B. an der Insel Barbados [Westindien].

Die Oberfläche der Insel wird zum großen Teil von pleistozänen Korallenriffen bedeckt (6). Die Korallengesteine erreichen eine Dicke von 260 Fuß. Am unteren Teile bestehen sie gewöhnlich aus Korallendetritus und anderem kalkigem Detritus und erst auf diesem lagern die eigentlichen Riffbauten. Unter den Riffgesteinen unterscheiden JUKES-BROWNE und J. B. HARRISON (6:223-224) drei Arten: 1) das eigentliche, aus Korallen und Korallen-Trümmern gebildete Riffgestein, 2) die Lagunenablagerung, die außer den Korallen-Trümmern viele andere Kalkreste, z. B. von Mollusken, Echinodermen und Foraminiferen enthält und ursprünglich eine losere Textur hatte, 3) die an der Außenseite der Riffe unter dem starken Wellenschlag entstandenen, oft breccienartigen Trümmergesteine, die aus dem von den Riffen abgerissenen Material bestehen. W. HILL beschrieb (7) unter diesen Gesteinsarten einen Granularkalk, in dem massenhaft Amphisteginenschalen vorkommen. Darüber schreibt BRADY (7:217): «The prevailing foraminifer is *Amphistegina lessonii* D'ORB.; it is a fine example of *Amphistegina* rock, the shells now being mingled with coralsand and the deposit formed in shallow water, at not more than 8 fathoms and probably less than one.» Dies soll eine übertriebene Genauigkeit sein und entbehrt jeden Grund: petrographische Tiefenbestimmungen können keine solche Genauigkeit erreichen und faunistisch wird diese Behauptung ebenso wenig bestätigt, denn das massenhafte Vorkommen der Amphisteginen beweist keine kleinere Tiefe als die der Riffkorallen, es ist in der ganzen seichteren neritischen Zone möglich. Z. B. gibt es bei St. Vincent in einer Tiefe von 7—12 Faden eine Ablagerung, die zu zwei Drittel aus *Amphistegina lessonii* D'ORB. besteht.

Die reiche Korallenfauna der Riffe s. im Allg. Teile, Kap. VI. Die Mollusken sind für die Fazies auch sehr bezeichnend; es können die folgenden genannt werden (6 u. 9):

<i>Lucina columbella</i>	<i>Cassis flammea</i>
„ (Codakia) <i>costata</i>	<i>Strombus gigas</i>
<i>Capsa deflorata</i>	<i>Murex messorius</i>
<i>Barbatia</i> sp.	<i>Coralliophila costata</i>
<i>Cypraea spurca</i>	„ <i>abbreviata</i>
<i>Pollinices porcellanea</i>	<i>Littorina ahena</i>
<i>Natica maroccana</i>	<i>Fissurella reticulata</i>
<i>Cerithium</i> pl. sp.	<i>Patella</i> sp.

* * *

LITERATUR.

1. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Beilage Bd. 2., 1883.
2. SARS: Fossile dyrlevninger fra Kvartærperioden. Universitetsprogram 1865.
3. SARS—KJERULF: Jagtagelser over den postpliocene eller glaciële formation. Universitetsprogram 1860.
4. H. MUNTHE: On the Interglacial Submergence of Great Britain. Bulletin of the Geolog. Instit. Univ. Upsala, vol. 3., 1897—98.
5. F. ANDERSSON: Über die quartäre Lagerreihe des Ristinge Klint auf Langeland. Bulletin of the Geolog. Inst. Univ. Upsala, vol. 3., 1897—98.
6. A. J. JUKES-BROWNE et J. B. HARRISON: The Geology of Barbados I. The Coral-Rocks of Barbados and other West Indian Islands. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 47., 1891.
7. W. HILL: On the Minute Structure of some Coral Limestones from Barbados. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 47., 1891.
8. J. MURRAY et A. F. RENARD: Deep-Sea Deposits. Scient. Results, Challenger Exped. 1891.
9. J. W. GREGORY: Contributions to the Palaeontology and Physical Geography of the West Indies. Quarterly Journal of the Geological Society, 1895.

PLIOZÄN.

Literaturangaben.

Betrachten wir die bisherigen wichtigeren Literaturangaben über die Fazies verschiedener Pliozänschichten. Nur jene Angaben möchte ich hier besprechen, die einerseits original sind, andererseits keine allgemeinen «Feststellungen» sind, die sich aus Mangel an beweisendem Material nicht kontrollieren lassen.

J. SEGUENZA (1) führt im Pliozän (und Miozän) von Messina die Brachiopoden und Foraminiferen als Beweise einer Tiefseeeatur im Gegensatz zu den molluskenführenden Flachseeschichten an. Später (2) erweiterte er die Faziesbestimmungen auch auf andere Bildungen. Er bediente sich jedoch nur einer bestimmten Folgerung: daß die Einzelkorallen, Brachiopoden und Pteropoden enthaltenden Schichten Tiefseebildungen sind. Die Unterscheidungen anderer Bildungen sind unklar und willkürlich. Er unterschied nur Litoral und Tiefsee und einige Faunen bezeichnete er als «gemischt». Alle diese Prinzipien sind falsch: Einzelkorallen und Brachiopoden können nicht als Tiefseetiere den Mollusken gegenübergestellt werden, ihr Fehlen deutet nicht auf das Litoral; die Sedimente können nicht in zwei Gruppen, litorale und die der Tiefsee eingeteilt werden; die weder litoralen noch Tiefseefaunen sind nicht unbedingt gemischt [s. Allg. Teil].

C. DE STEFANI und D. PANTANELLI (3) gaben in ihrer paläontologischen Arbeit eine treffliche Zusammenfassung der Verteilung der Mollusken in verschiedenen pliozänen Fazies von Siena.

TH. FUCHS hielt (4) die von G. PONZI (5) beschriebene Fauna des Vatikaner Mergels für der des pliozänen Schliers entsprechend, also für tiefbathyal. «Der Gesamthabitus der Fauna erinnert in so auffallender Weise an die Fauna des Schliers, daß man im ersten Augenblicke unwillkürlich diese Formation vor sich zu haben glaubt. So findet sich hier eine große *Solenomya*, welche ich nicht von der *Solenomya doderleini* des Schliers zu unterscheiden vermag, ein glatter *Pecten*, welcher dem *Pecten denudatus* sehr nahe steht, ein kleiner *Axinus*, ähnlich dem *Axinus sinuosus* des Schliers; so finden sich ferner mehrere *Pholadomyen*-, *Lucinen*-, *Dentalien*-, *Pleurotomen*-, *Solarien*-, *Natica*-, *Corbula*-, *Leda*-, *Nucula*- und *Limopsis*-Arten, sowie schließlich ein Heer von Einzelkorallen, von Pteropoden und Heteropoden, eine *Sepia* und an der Stelle der *Aturia aturi* zwei Argonauten.» Diese Ähnlichkeiten sind unbestreitbar und so muß auch die bathymetrische Übereinstimmung beider Bildungen angenommen werden; doch ist zu bemerken, daß es in der von PONZI beschriebenen Fauna auch einige in diese Fazies nicht passende Fossilien gibt.

E. NYST (6) schrieb unter den Pliozänschichten Belgiens den jüngeren eine Entstehung in ganz seichtem, den älteren eine in etwas tieferem Wasser zu. Die Fauna des *Trophon antiquatus*-Sandes zeigte mechanische Verletzungen, die auf den starken Wellenschlag deuten sollten. Die Fossi-

lien des *Isocardia cor*-Sandes von Antwerpen befinden sich aber «in situ», die beiden Schalenhälften der Muscheln sind oft beisammen und im Gesteine fehlen Schotter und gröbere Trümmer. — Solche Beweisführungen habe ich nicht angenommen [s. Allg. Teil, Kap. V. A.]; übrigens ist es doch auch den Faunen nach wahrscheinlich, daß das Niveau des *Trophon antiquatus* zu den seichtesten neritischen Bildungen, der Isocardiensand aber etwas tiefer, vielleicht in die mittlere neritische Zone gehört.

Die Faziesstudien von C. DE STEFANI (7) sind von großer Bedeutung [s. auch bei dem Miozän]. Die Fazies bestimmt er mit Hilfe trefflicher Vergleichen mit den rezenten Faunen. In die litorale und Laminarienzonen [neritisch] reihte er den größten Teil des Astien, in die «coralligène» Zone [seichteres Bathyal] das Plaisancien, in die abyssische Zone [tieferes Bathyal] den Vatikaner Mergel und das untere Astien von SEGUENZA [p. pte].

É. HAUG (7a) äußert sich über die Faziesverhältnisse mehrerer Pliozänbildungen, doch sind seine Behauptungen entweder gar nicht, oder nur unzureichend begründet, oder von anderen Autoren übernommen. Er bezeichnet z. B. die blauen Tone von Biot (7a₁₆₁₉) [Alpes Maritimes, Plaisancien] als eine bathyale Bildung; die Fauna mit *Ostrea cochlear*, *Pecten cristatus*, *Limopsis*, *Corbula gibba*, *Natica helicina*, *Turritella subangulata*, *Chenopus*, *Pleurotoma* pl. sp. spricht wirklich für diese Tiefe. Dieselbe Fazies wird wahrscheinlich auch durch die meisten Plaisancientone des Rhône-Tales vertreten (7a₁₆₁₈), deren Fauna aber schon mehrere neritische Elemente enthält. Dasselbst sind die Sedimente seichterer Meeresteile z. T. als «faluns» ausgebildet.

Die Literatur über die Cragbildungen gebe ich bei der Beschreibung der einzelnen Cragfazies an.

Die Faziesverhältnisse des Englischen Crag.

Die Pliozänschichten von Nordwesteuropa sind den dortigen rezenten Ablagerungen sehr ähnlich und so sind ihre Faziesverhältnisse leicht zu bestimmen. Die Lebensgemeinschaften sind den heutigen so ähnlich, daß man sie ohne weitgehende paläobiologische Analysen erkennen und so die bathymetrischen Verhältnisse gleich bestimmen kann. Es ist nur bedauerlich, daß diese Ablagerungen ausschließlich die der Flachsee sind: litorale, seichtere und mittlere neritische Sedimente und nie die tiefere Zone der neriti-

schen Region oder noch größere Tiefen erreichen. Diese letztgenannten Fazies des Pliozäns können also hier nicht, sondern nur in Südeuropa studiert werden.

Im folgenden behandle ich die Fazies der Pliozänschichten der süd-östlichen Küsten Englands, des sog. Crag. Sie enthalten reiche Faunen, lassen sich in mehrere Horizonte gliedern und sind geologisch und paläontologisch ausführlich bearbeitet; sogar ihre Faziesverhältnisse waren bereits ziemlich gut bestimmt.

a) NÖRDLICHER TYPUS.

Die Faunen der jüngeren Cragsschichten enthalten beinahe ausschließlich nördliche Elemente und sind denen der Nordsee am ähnlichsten.

1) Die jüngsten Meeresschichten des Crag gehören zu dem Norwich Crag und dem Weybournian. Eine charakteristische Fauna des Norwich Crag ist die des Sandes und Tones bei Sherringham (8460):

<i>Cardium edule</i> L.	<i>Tellina obliqua</i> Sow.
„ <i>groenlandicum</i> (?) CHEMN.	<i>Pholas crispata</i> L.
<i>Cyprina islandica</i> L.	<i>Saxicava rugosa</i> L.
<i>Astarte compressa</i> MONT.	<i>Venus fasciata</i> COSTA
„ <i>borealis</i> CHEMN.	<i>Buccinum undatum</i> L.
<i>Mya arenaria</i> L.	<i>Helix hispida</i> (?)
<i>Leda lanceolata</i> Sow.	<i>Littorina rudis</i> L.
<i>Macra subtruncata</i> COSTA.	„ <i>littorea</i> L.
<i>Nucula cobboldiae</i> Sow.	<i>Natica helicoides</i> JOHNST.
<i>Tellina balthica</i> L.	<i>Purpura lapillus</i> L.
„ <i>lata</i> GMELL.	<i>Balanus crenatus</i> BRAG.

Diese Fauna zeigt keine Abweichung von den rezenten seichten neritischen, sogar litoralen Ablagerungen der Nordsee; sie muß also unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen entstanden sein.

2) Eine lokale Ausbildung des oberen Red Crag ist der Chillesford Clay. Eine Fauna dieses Tones bei den Klippen von Easton Bavent [nach C. REID und J. PRESTWICH] (9133):

<i>Buccinum undatum</i> L.	<i>Cardium edule</i> L.
<i>Littorina littorea</i> L.	<i>Cyprina islandica</i> L.
<i>Natica cirriformis</i> Sow.	<i>Leda myalis</i> COUTH.
<i>Purpura lapillus</i> L.	<i>Lucina borealis</i> L.
<i>Turritella communis</i> RISSO	<i>Macra ovalis</i>
<i>Astarte compressa</i> MONT.	„ <i>subtruncata</i> COSTA

Mytilus edulis L.*Tellina lata* GMELL.*Nucula cobboldiae* SOW.„ *obliqua* SOW.

J. PRESTWICH hielt (8355) diese Schichten für die Ablagerungen größerer Tiefen als den normalen Red Crag, weil das Sediment sehr fein tonig ist und die Muscheln oft mit beiden geschlossenen Klappen in der ursprünglichen Stellung darin zu finden sind. Diese Folgerung nimmt aber auch F. W. HARMER (10) nicht mehr an, denn seiner Meinung nach können solche feine tonige Sedimente auch in Ästuarien abgelagert sein. Ich selbst halte die Folgerung wegen paläontologischer Gründe für nicht stichhaltig: die Mehrheit der Fauna entspricht der der seichteren neritischen Zone der Nordsee und es gibt keine einzige Form darin, die eine größere Tiefe vorauszusetzen zwänge. Die doppelklappige Erhaltung beweist nicht das Fehlen der Wasserbewegung und so die Tiefe, sondern die sich eingrabende Lebensweise der betreffenden Mollusken, was aber hauptsächlich in dem seichtesten Wasser vorkommt. F. W. HARMER führt als die wichtigsten Arten des Chillesfordian die folgenden an (11723):

Turritella terebra L.*Cardium edule* L.*Natica catena* COSTA„ *groenlandicum* CHEMN.*Leda oblongoides* WOOD*Macra ovalis* SOW.„ *lanceolata* SOW.*Tellina lata* GMELL.*Nucula cobboldiae* SOW.„ *obliqua* SOW.„ *tenuis* MONT.*Mya truncata* L.

Diese Fauna ist eine ausgesprochen strandnahe.

3) Der eigentliche Red Crag enthält schöne, reiche Faunen, die mit den heutigen litoralen und seichten neritischen Faunen so übereinstimmen, daß diese Bildung immer als die eines ganz seichten Wassers [l. neritische Zone] anerkannt wurde.

J. PRESTWICH beschreibt mehrere Lokalitäten des Red Crag, so bei Aldborough (8332):

beim Gaswerk 1 Meile W
vom Dorf

Cardium edule L.

+

Leda myalis COUTH.

+

Cyprina islandica L.

+

Lucina borealis L.

+

Macra ovalis SOW.

+

„ *subtruncata* COSTA

+

Mya truncata L.

+

	beim Gaswerk	1 Meile W vom Dorf
<i>Mya arenaria</i> L.	+	
<i>Mytilus edulis</i> L.	+	+
<i>Pecten opercularis</i> L.	+	+
<i>Pectunculus glycymeris</i> L.	+	
<i>Tellina obliqua</i> SOW.	+	+
„ <i>praetenuis</i> LEATH.	+	+
<i>Calyptrea chinensis</i> L.		+
<i>Buccinum undatum</i>	+	
<i>Littorina littorea</i> L.	+	
<i>Natica hemiclausula</i> SOW.		+
<i>Purpura lapillus</i> L.	+	+
<i>Scalaria clathratula</i> ADAMS.		+
<i>Trophon antiquum</i> L.	+	
<i>Turritella communis</i> RISSO	+	+
<i>Balanus crenatus</i> BL.	+	+
<i>Echinocyamus pusillus</i>		+

Größtenteils besteht aus anderen Arten, doch entspricht derselben Fazies eine Red Crag-Fauna von Easton Bavent (8345—846):

<i>Abra ovalis</i> WOOD	<i>Pecten opercularis</i> L.
<i>Artemis (Dosinia) linctia</i> PULT.	<i>Buccinum tenerum</i>
<i>Astarte borealis</i> CHEMN.	<i>Natica catena</i> COSTA
„ <i>compressa</i> MONT.	<i>Purpura lapillus</i> L.
<i>Circe minima</i> MONT.	<i>Trophon antiquum</i> L.
<i>Corbula striata (gibba)</i> OLIVI	<i>Conovulus pyramidalis</i> SOW.
<i>Nucula cobboldiae</i> SOW.	

Diese Faunen enthalten nur nördliche Elemente; in den folgenden treten auch schon solche auf, die heute nur in den südlichen Meeren leben.

b) GEMISCHTER TYPUS.

1. Von den jüngeren Cragsschichten zu den älteren vermehren sich immer die südlichen Tierarten [s. F. W. HARMER (11)]. In dem Coralline Crag spielen sie eine bedeutende Rolle und zeugen dafür, daß hier seit dieser Zeit eine Klimaänderung stattgefunden hat. In diesen Horizonten finden wir weder die Lebensgemeinschaften der Nordsee noch die des Mitteländischen Meeres. Darum läßt sich die Fazies nicht so leicht erkennen.

J. PRESTWICH (8) stellte die Mollusken und Brachiopoden der Coralline Crag-Fauna in einer Liste zusammen, in der die Tiefenverbreitung der Dauerformen angegeben ist. Er unterschied 5 bathymetrische Zonen: litorale, Laminarien- und Corallinenzone, Tiefsee bis 1200 Fuß hinab und Tiefsee tiefer als 1200 Fuß. Mit Hilfe der unter Allg. Teil, Kap. V. B. 1. behandelten Methode folgte ich rein numerisch aus diesen Angaben auf die Tiefe, in der diese Bildung zur Ablagerung gekommen sein soll. Das Vorkommen in den einzelnen Tiefenzonen bezeichnete ich mit den Zahlen 1=Litoral, 2=Laminarienzonen, 3=Corallinenzone, 4=bis 1200 Fuß, 5=noch tiefer. [Übrigens entsprechen diese Zonen ungefähr meinen Tiefenzonen, 2., 3. und 4., den drei neritischen Zonen und 5. der bathyalen Region]. Ich berechnete so den mathematischen Mittelwert dieser Verbreitungszahlen und das Ergebnis war genau 3, was also der Corallinenzone entspricht, d. h. der mittleren neritischen Zone. So weit die Lebensgemeinschaften, die Vergleichen mit anderen fossilen Sedimenten eine Aufklärung geben, stimmen sie mit diesem Resultat überein; die große Rolle der Bryozoensedimente im Coralline Crag spricht auch für mittlere neritische Tiefen. Wenn auch die alten Faunen von PRESTWICH ergänzt oder die Tiefenangaben teilweise korrigiert werden sollten, würde sich dieses Ergebnis gar nicht ändern.

1. Es gibt doch unter den Coralline Crag-Bildungen auch verschiedene Fazies. Als eine typische Fauna nehme ich den Horizont F. bei Gomer (8) an. Nach den einzelnen Arten bezeichne ich die Tiefenverteilung, nach PRESTWICH, mit den oben angegebenen Zahlen von 1—5.

<i>Cypraea retusa</i> SOW.		<i>Buccinum dalei</i> SOW.	3—4
„ <i>europaea</i> MONT.	1—4	„ <i>undatum</i> L. var.	1—4
<i>Erato laevis</i> DON.	2—5	<i>Murex corallinus</i> SCACH.	1—3
„ <i>maugeriae</i> GRAY.	3	<i>Triton heptagonum</i> BR.	1—3
<i>Voluta lamberti</i> SOW.	4 ?	<i>Fusus gracilis</i> var.	3
<i>Mitra ebenus</i> LK.	1—4	„ <i>alveolatus</i> SOW.	
<i>Aporrhais pespelecanni</i> PHIL.	2—4	„ <i>consocialis</i> WOOD	
<i>Terebra inversa</i> NYST		<i>Trophon muricatus</i> MONT.	2—4
„ <i>canalis</i> WOOD		<i>Pleurotoma porrecta</i>	4—5
<i>Cassidaria bicatenata</i> SOW.	3	<i>Mangelia castanea</i> WOOD	
<i>Nassa labiosa</i> SOW.	3—4	„ <i>perpulchra</i> WOOD	
„ <i>granulata</i> SOW.	3	„ <i>costata</i> COSTA	1—5
„ <i>consociata</i> WOOD	3—4	„ <i>mitrula</i> SOW.	
„ <i>prismatica</i> BR.	2—3	„ <i>cancellata</i> SOW.	2—5

<i>Bela decussata</i> PH.	3-5	<i>Calyptraea chinensis</i> L.	1-4
<i>Cancellaria mitraeformis</i> BR	3-5	<i>Emarginula fissura</i> L.	1-4
" <i>scaliarioides</i> WOOD		" <i>crassa</i> SOW.	1-5
<i>Cerithium trilineatum</i> PHIL.	3	<i>Bulla lignaria</i> L.	1-4
" <i>adversum</i>	1-4	" <i>conuloidea</i> WOOD	
" <i>granosum</i> WOOD.	3-5	" <i>cylindracea</i> PERN.	2-4
" <i>tuberculare</i> var.	1-5	<i>Dentalium costatum</i> SOW.	3-5
<i>Turritella incrassata</i> SOW.	3-4	" <i>bifissum</i> WOOD	3-4
<i>Pyramidella laeviuscula</i>	4-5	<i>Anomia ehippium</i> L.	1-5
<i>Chemnitzia elegantissima</i>	1-3	" <i>striata</i> BR.	
<i>Odostomia plicata</i> MONT.	2-5	<i>Ostrea edulis</i> L.	1-4
<i>Scalaria varicosa</i>		<i>Pecten maximus</i> L.	2-4
" <i>frondicula</i> WOOD		" <i>gerardi</i> NYST	3-5
" <i>foliacea</i> SOW.		" <i>similis</i> LASK.	2-5
" <i>subulata</i> SOW.		" <i>tigrinus</i> MULL.	2-4
" <i>clathratula</i> ADAMS	2-5	" <i>pusio</i> PENN. var.	1-5
<i>Eulima subulata</i> DON.	5	" <i>opercularis</i> L.	2-6
<i>Rissoa confinis</i> WOOD		<i>Lima exilis</i> WOOD	3
" <i>obsoleta</i> WOOD		" <i>subauriculata</i> MONT.	3-5
<i>Caecum mammillatum</i> WOOD	3	<i>Pinna pectinata</i> MONT.	1-4
" <i>glabrum</i> MONT.	2-3	<i>Modiola phaseolina</i> PHIL.	1-5
<i>Lacuna reticulata</i> WOOD		" <i>marmorata</i> FORB.	2-4
<i>Trochus zizyphinus</i> L.	1-4	<i>Pectunculus glycymeris</i> L.	2-4
" <i>granulatus</i> BORN		<i>Limopsis aurita</i> BR.	4-5
" <i>millegranus</i> PHIL.	3-4	" <i>pygmaea</i> PHIL.	3-5
" <i>adamsoni</i> PAYR.	1	<i>Nucinulla miliaris (ovalis)</i>	
" <i>kickxii</i> NYST		WOOD	
" <i>tricariniiferus</i> WOOD		<i>Arca pectunculoides</i> SCACH.	3-5
" <i>obconicus</i> WOOD		<i>Nucula laevigata</i> SOW. var.	
<i>Adeorbis striatus</i> PHIL.	3	" <i>nucleus</i> L.	2-4
" <i>supranitidus</i> WOOD	3	<i>Leda pygmaea</i> MUNST.	3-5
" <i>pulchralis</i> WOOD		<i>Kellia ambigua</i> NYST	3
<i>Natica proxima</i> WOOD		<i>Montacuta bidentata</i> MONT.	2-5
" <i>varians</i> DUJ.		" <i>truncata</i> WOOD	
" <i>cirriformis</i> SOW.	2-5	" <i>substriata</i> MONT.	2-4
" <i>multipunctata</i>	3	" <i>ferruginosa</i> MONT.	2-5
<i>Pileopsis ungaricus</i> L.	1-4	<i>Cryptodon sinuosum</i> DON.	2-5

<i>Lucina borealis</i> L.	1—5	<i>Cyprina rustica</i> SOW.	
<i>Diplodonta rotundata</i> MONT.	2—6	<i>Circe minima</i> MONT.	2—4
„ <i>dilatata</i> WOOD		<i>Cytherea rudis</i> POLI	3
<i>Cardium nodosum</i> TURT.	2—4	<i>Venus imbricata</i> SOW.	1—4
„ <i>strigilliferum</i> WOOD	3	„ <i>casina</i> L.	2—4
„ <i>decortcatum</i> WOOD	3	„ <i>ovata</i> PENN.	2—5
<i>Cardita senilis</i> LK.	3	<i>Gastrana laminosa</i> SOW.	
„ <i>scalaris</i> LEATH		<i>Donax politus</i> POLI.	1—3
„ <i>orbicularis</i> LEATH		<i>Tellina obliqua</i> SOW.	2—5
„ <i>corbis</i> PHIL.	3	„ <i>donacina</i> L.	2—3
<i>Erycinella ovalis</i> CONR.		<i>Syndosmya prismatica</i>	2—5
<i>Astarte triangularis</i> MONT.	2—4	<i>Macra obtruncata</i>	
„ <i>parvula</i> WOOD	3	„ <i>triangulata</i>	1—4
„ <i>basteroti</i> L.J.	2—5	<i>Lutraria elliptica</i> LK.	1—2
„ <i>mutabilis</i> WOOD		<i>Solen ensis</i> L.	2—3
„ <i>omalii</i> L.J.	3	<i>Thracia phaseolina</i>	1—4
„ <i>gracilis</i>	3	„ <i>inflata</i> SOW.	3
„ <i>burtinii</i> L.J.		<i>Corbula nucleus</i>	
„ <i>parva</i>	3—5	<i>Glycimeris angusta</i> NYST	2—3
<i>Cyprina islandica</i> L.	1—4	<i>Ditrupea subulata</i> BERK.	

Diese Fauna entspricht ungefähr denselben bathymetrischen Verhältnissen, die von der Gesamtfaua des Coralline Crag angenommen wurden. F. W. HARMER (8a⁹³) verglich die Coralline Crag = Fauna mit der der rezenten Flachseeablagerungen des irischen Meeres und hielt diese Bildung für ein unter dem Einflusse der südöstlichen Gezeitenströmungen in der Form einer mit dem Strand parallelen Flachseebank abgelagertes Sediment.

J. PRESTWICH (8) teilte das Coralline Crag in sieben Horizonte ein; diese sollten auch verschiedenen bathymetrischen Verhältnissen entsprechen. Nach F. W. HARMER haben diese Horizonte keinen stratigraphischen Wert. Kleinere fazielle Verschiedenheiten gibt es jedoch unter ihnen. So finden wir z. B. im Sande des D. Horizontes bei Broon Hill [neben Orford] (8^{122—123}) viele sehr gut erhaltene, oft doppelklappige Muscheln,

Cyprina islandica

Mya truncata

Panopaea Faujasi

Thracia

Diplodonta

Cardita senilis

„ *scalaris*

Astarte

Venus casina

die nur auf die seichtere Zone der neritischen Region hinweisen, also auf seichtere Fazies als die des Coralline Crag im allgemeinen. Auch bei Gomer ist ein Horizont von ähnlichem Charakter, in dem F. W. HARMER (12³³⁵) gleichfalls viele grabende Muscheln in der ursprünglichen Lage mit dem Siphon nach oben gefunden hat. Nach J. PRESTWICH soll der Sand des E. Horizontes der größten Meerestiefe unter den Coralline Crag-Bildungen entsprechen, die die zahlreichen Bryozoen, kleinere Echiniden und kleinere Muscheln beweisen. Diese Tiefe sollte ca. 500—1000 Fuß betragen. WOOD jun. und F. W. HARMER (13) setzten dem entgegen, daß das Meer bei der angenommenen Tiefe eine viel größere Ausdehnung einnehmen sollte, als es wirklich gehabt hat. Ich selbst möchte solche Beweise mit Hilfe der Lagerungsverhältnisse vermeiden; mit Hilfe der Fauna läßt sich aber der Fall nicht leicht entscheiden. PRESTWICH beschrieb nämlich die Fauna dieser Schicht nicht separiert. Wir können jedoch bestätigen, daß die Häufigkeit der Bryozoen und kleinen Echiniden die mittleren Tiefen des Neritikums bezeichnet; die Muscheln von kleiner Gestalt können in jeder Tiefe heimisch sein. In den gemischten Faunenlisten aber, die auch die Fossilien der in Frage stehenden Bildungen enthalten, gibt es keine solchen Elemente, die größere Tiefen als die der Mitte des Neritikums anzunehmen zwingen.

2. Das Lenhamien gehört zum älteren englischen Pliozän, seine genaue Lage ist jedoch nicht entschieden, seine Fauna ist folgende (9):

<i>Actaeon tornatilis</i> L.	+ <i>Pleurotoma jouanneti</i> DESM. var.
<i>Buccinopsis dalei</i> SOW.	+ „ <i>turrifera</i> NYST
<i>Bulla lignaria</i> L.	<i>Ringicula ventricosa</i> SOW.
<i>Cancellaria contorta</i> BAST.	<i>Scalaria clathratula</i> ADAMS.
<i>Cerithium tricinatum</i> BR.	+ <i>Terebra acuminata</i> BORS.
<i>Chenopus pespelecani</i> PHIL.	+ <i>Triton heptagonum</i> BR.
<i>Cypraea europaea</i> MONT.	+ <i>Trochus cinerarius</i> L.
<i>Emarginula fissura</i> L.	„ <i>millegranus</i> PHIL.
<i>Ficula reticulata</i> LK.	„ <i>zizyphinus</i> L.
<i>Fissurella graeca</i> L.	<i>Turritella incrassata</i> SOW.
<i>Fusus lamellosus</i> BORS.	+ <i>Xenophora</i> sp.
<i>Margarita trochoidea</i> WOOD	+ <i>Arca diluvii</i> LK.
<i>Nassa prismatica</i> BR.	„ <i>lactea</i> L.
<i>Natica millepunctata</i> LK.	<i>Artemis lentiformis</i> SOW.
+ <i>Pleurotoma consobrina</i> BELL.	<i>Astarte basteroti</i> LJ.

Astarte galeotti NYST„ *omalii* L.*Avicula* sp.*Cardita senilis* LK.+ *Cardium papillosum* POLI*Cyprina islandica* L.*Cytherea chione* L.*Diplodonta rotundata* MONT.+ *Gastrana fragilis* L.*Hinnites crispus* BR.*Lepton deltoideum* WOOD*Lutraria elliptica* LK.*Macra arcuata* SOW.+ *Nucula sulcata* BRONN*Ostrea princeps* WOOD*Pecten maximus* L.„ *princeps* SOW.„ *varius* L.*Pectunculus glycymeris* L.*Pholadidea papyracea* TUR.*Solen ensis* L.*Tapes* sp.*Tellina benedeni* NYST„ *donacina* L.*Teredo* sp.*Thracia pubescens* PULTN.„ *ventricosa* PHIL.*Terebratula grandis* BLUM.

In dieser Fauna überwiegen die südlichen Elemente gar nicht mehr; hauptsächlich jene Arten, die in dem Coralline Crag fehlen (mit + bezeichnet) sind alle von südlichem Charakter. Zugleich fehlen auch die meisten litoralen Mollusken und manche sind vorhanden, die auch in dem tieferen Neritikum leben, so z. B. die aufgezählten *Pleurotomeen*, *Chenopus*, *Scaïaria*, *Ficula*, *Natica*, *Diplodonta*. So muß diese Bildung in die mittlere neritische Zone eingeteilt werden; sie stammt wohl aus etwas größerer Tiefe als das typische Coralline Crag.

Die Box Stone-Bildungen (9) stehen der Fazies nach dem Coralline Crag und Lenhamien sehr nahe. Ihre Faunen sind jedoch so gering, daß sie eine Behandlung nicht verdienen.

Das Pliozän von Italien.

Im Mediterrangebiet finden sich Ablagerungen und Faunen von ganz verschiedenen Charakteren als die von Nordwesteuropa. Da die miozänen Arten, die im Norden schon im Pliozän ausstarben, hier noch weiter lebten, ähneln die hiesigen Pliozänschichten dem Miozän viel mehr als die nordischen; so hat das Pliozän des Mediterrangebiets ein «ältlicheres» Aussehen als das englische (12).

Das Pliozän Italiens ist sehr gut bekannt und auch über die Faziesverhältnisse weiß man schon viel. Ich wähle zur Behandlung der Fazies die Umgebung von Siena. Über das Pliozän von Siena haben wir schon

die ausgezeichneten Faziesstudien von C. DE STEFANI (14), die sehr gut als Ausgang dienen können. In den Faunenlisten hat DE STEFANI den Arten, die auch heute im Mittelmeere leben, ihre Tiefenverbreitung hinzugefügt [nach den Angaben von M. DI MONTEROSATO (15)] und nach diesen bestimmt er die bathymetrische Lage der betreffenden Sedimente. [Die Bezeichnungen sind: lt = Litoral; 1 = Laminarienregion (20–200 m); c = «coralligen»; a = abyssal.]

1. Eine litorale Ablagerung finden wir im Valle del Riluogo, mit zahlreichen Lithodomen:

<i>Anomia ephippium</i> L.	lt 1 c a	<i>Corbula deshayesi</i> SISM.	
<i>Pecten pusio</i> L.	lt 1 c	„ <i>revoluta</i> BR.	c
<i>Lithodomus avitensis</i> MAY.	lt	<i>Saxicava arctica</i> L.	lt 1 c a
<i>Modiolaria subclavata</i> LIB.	lt 1	<i>Gastrochana intermedia</i> HORN.	
<i>Nucula nucleus</i> L.	lt 1 c	<i>Jouannetia semicaudata</i> DESM.	
<i>Arca lactea</i> L.	lt 1	„ <i>rugosa</i> BR.	
„ <i>pectinata</i> BR.		<i>Clavagella broccchii</i> LK.	
„ <i>noae</i> L.	lt	<i>Fissurella costaria</i> BAST.	lt 1
„ <i>peregrina</i> LIB.		<i>Calyptrea chinensis</i> L.	1 c
<i>Cardita elongata</i> BRONN		<i>Vermetus intortus</i> LK.	
„ <i>intermedia</i> BRONN		<i>Natica josephinia</i> RISS.	lt 1
<i>Cardium papillosum</i> POLI	1 c	<i>Ringicula broccchii</i> SEG.	
<i>Cytherea sulcataria</i> DESH.		<i>Actaeon tornatilis</i> L.	1 c
<i>Venus excentrica</i> AG.	lt	<i>Cancellaria cancellata</i>	1 c
„ <i>gallina</i> L.	lt	„ <i>varicosa</i> BR.	
<i>Cypricardia lithophagella</i>	c	<i>Cerithium crenatum</i> BR.	
LK.		<i>Triphoris perversa</i> L.	lt 1 c
<i>Venerupsis irus</i> L.	lt	<i>Strombus coronatus</i> DEFR.	
„ <i>pernarum</i> BON.		<i>Murex mayeri</i> BELL.	
<i>Petricola lithophaga</i> RETZ.	lt	<i>Terebra basteroti</i> NYST	
<i>Capsa fragilis</i> L.	lt	<i>Nassa serraticosta</i> BRONN	
<i>Syndosma angulosa</i> RETZ.	1 c a	<i>Raphitoma scabriuscula</i> BRUG.	

C. DE STEFANI bestimmt die Litoralnatur dieser Fauna richtig. Dies ist der Typus auf dem harten Meeresboden. Die Fauna des schlammigen Bodens soll die des *Rissoa meneghiniana*-Tons im Val di Tressa sein:

<i>Lucina savii</i> DE STEF.	lt	<i>Trochus adamsoni</i> PAYR	lt
<i>Cardium edule</i> L.	lt	<i>Rissoa meneghiniana</i> DE ST.	
<i>Venus excentrica</i> AG.	lt	„ <i>aglaia</i> DE ST.	

<i>Rissoa thalia</i> DE ST.	<i>lt</i>	<i>Nassa bufo</i> DOD.	
„ <i>lachesis</i> BAST.		„ <i>neritea</i> L.	<i>lt</i>
<i>Cerithium vulgatum</i> BRUG.		<i>Conus dujardini</i> DESH.	
var.	<i>lt l</i>	<i>Columbella curta</i> BELL.	
<i>Cerithium doliolum</i> BR.	<i>lt</i>	„ <i>semicaudata</i> BON.	
„ <i>spina</i> PARTSCH	<i>lt</i>	<i>Mitra ebenus</i> BR. var.	
<i>Potamides etruscus</i> MAY.		„ <i>leucozona</i> ANDRZ.	<i>lt</i>
<i>Nassa basteroti</i> MICH.		<i>Marginella clandestina</i> BR.	<i>lt</i>

2. Aus einer Sandschicht im Valle del Riluogo führt C. DE STEFANI die folgende Fauna an :

<i>Anomia ephippium</i> L.	<i>lt l c a</i>	<i>Trochus patulus</i> BR.	
<i>Ostrea lamellosa</i> BR.	<i>lt l</i>	<i>Natica millepunctata</i> LK.	<i>lt l c</i>
<i>Pecten flabelliformis</i> BR.		„ <i>josephinia</i> RISSO	<i>lt l</i>
„ <i>pyxidatus</i> BR.		„ <i>lineata</i> LK.	
„ <i>varius</i> L.	<i>lt c</i>	<i>Ringicula brocchii</i> SEG.	
<i>Pinna brocchii</i> D' ORB.		<i>Cancellaria cancellata</i> L.	
<i>Nucula nucleus</i> L.	<i>lt l c</i>	<i>Cerithium crenatum</i> BR.	
<i>Pectunculus insubricus</i> BR.	<i>lt l</i>	<i>Ficula intermedia</i> SISM.	
<i>Cardita intermedia</i> BR.		<i>Terebra basteroti</i> NYST	
<i>Cytherea pedemontana</i> AG.		„ <i>fuscata</i> BR.	
„ <i>sulcataria</i> DESCH.		„ <i>pertusa</i> BAST.	
<i>Venus gallina</i> L.	<i>lt</i>	<i>Nassa gibbulosa</i> L.	<i>l</i>
„ <i>plicata</i> GMEL.		<i>Phos polygonum</i> BR.	
<i>Acropagia ventricosa</i> SERR.		<i>Pleurotoma romana</i> DEFR.	
<i>Mastra subtruncata</i> COSTA	<i>lt l</i>	<i>Clavatula calurii</i> DE ST.	
<i>Corbula deshaysi</i> SISM.			

C. DE STEFANI hielt diese Bildung für litoral. Es ist jedoch die einzige Art *Venus gallina*, die nach ihm nur litoral vorkommt und so diese Bildung in die litorale Region einzureihen zwingt; es muß doch bestätigt werden, daß diese Muschel auch in der neritischen Region verbreitet ist. Dazu besteht noch der überwiegende Teil der Fauna aus ausgestorbenen Arten, die also nicht vernachlässigt werden dürfen und unter denen z. B. *Pecten flabelliformis*, *Pinna brocchii*, *Cytherea pedemontana*, *Trochus patulus* und die *Terebra*-Arten nach ihren sonstigen Vorkommnissen als charakteristische Tiere des seichteren Neritikums betrachtet werden müssen. So teile ich diese Ablagerung nicht in die litorale, sondern in die seichtere Zone der neritischen Region ein.

Eine andere Fauna aus derselben Meerestiefe findet sich in einer sandigen Schicht bei Poggiarone:

<i>Ostrea lamellosa</i> BR.	(1f 1)	<i>Venus ovata</i> PENN.	1 c a
<i>Pecten latissimus</i> BR.		<i>Corbula deshayesi</i> SISM.	
„ <i>flabelliformis</i> BR.		<i>Turritella vermicularis</i> BR.	
„ <i>dubius</i> BR.	(1 c)	<i>Natica millepunctata</i> LK.	1f 1 c
„ <i>varius</i> L.	1f 1	„ <i>josephinia</i> RISSO	1f 1
<i>Pectunculus glycymeris</i> J.	1 c	<i>Solarium simplex</i> BRONN	
<i>Venus excentrica</i> AG.	1 c	<i>Cancellaria cancellata</i> L.	c
„ <i>fasciata</i> DON.	1 c	<i>Ranella marginata</i> BRONG.	

C. DE STEFANI teilt diese Ablagerung in die Laminarienregion ein; dies ist wohl richtig, doch sind die Grenzen zwischen 20 und 200 m zu breit und diese Fazies läßt sich auch genauer bestimmen: d. h. die seichtere neritische Zone.

3. Unter den von C. DE STEFANI beschriebenen Faunen fand ich keine, die sicher in die mittlere Zone der neritischen Region gehörten. Den Grund hierfür suche ich darin, daß er beim Sammeln auf solche Fazies nicht achtgegeben hat, weil seine Zoneneinteilung [d. h. eine einzige Zone von 20—200 m] die Unterscheidung dieser Fazies ja unmöglich machte.

4. Aus manchen sandig-tonigen Schichten beschreibt DE STEFANI solche Faunen, in denen die Arten seichterer und tieferer Meere gemischt sind. Diese können meistens in die tiefere Zone der neritischen Region gehören; man kann aber nicht wissen, ob darin die beiden Elemente nicht nur beim Sammeln zueinander gemischt wurden.

Bei Poggiarone findet sich in einer Tonschicht über dem schon besprochenen Sand folgende Fauna:

<i>Pecten dubius</i> L.	1 c	<i>Natica millepunctata</i> LK.	1f c
<i>Cytherea multilamella</i> LK.	c a	<i>Cancellaria varicosa</i> BR.	
<i>Venus islandicoides</i> LK.		<i>Chenopus pespelecani</i> PHIL.	1 c a
<i>Dentalium elephantinum</i> LK.		<i>Pleurotoma cataphracta</i> BR.	
„ <i>fossile</i> GIMEL.		„ <i>dimidiata</i> BR.	
<i>Xenophora infundibulum</i> BR.		„ <i>turricula</i> BR.	
<i>Vermetus intortus</i> LK.		„ <i>romana</i> DEFR.	
<i>Turritella vermicularis</i> BR.	c	<i>Strombus coronatus</i> DEFR.	
„ <i>tornata</i> BR.		<i>Triton doderleini</i> D'ANC.	
„ <i>subangulata</i> BR.		<i>Nassa semistriata</i> BR.	c a

Da darin noch *Strombus coronatus*, ein charakteristischer Seichtwasser-

bewohner, *Turritella vermicularis* und *Natica millepunctata* viel verbreiteter im Neritikum als im Bathyal sind, halte ich diese für die tiefere neritische Zone.

5. Im Liegenden dieser Schicht lagert ein toniges Sediment, das DE STEFANI noch in die Laminarienregion enteilt. Die Fauna ist jedoch den Pleurotomeentonem ganz ähnlich und die Flachseetiere spielen darin keine bedeutende Rolle; so muß es wohl für eine Ablagerung der bathyalen Region gehalten werden. Seine Fossilien sind:

<i>Corbula gibba</i> OLIVI	1 c a	<i>Pleurotoma cataphracta</i> BR.	
<i>Cytherea multilamella</i> LK.	c a	„ <i>dimidiata</i> BR.	
<i>Cardium aculeatum</i> L.	1	„ <i>sigmoidea</i> BRONN	
<i>Arca diluvii</i> LK.	1 c	<i>Chenopus pespelecani</i> PHIL.	1 c a
<i>Nassa semistriata</i> BR.	c a	<i>Ringicula buccinea</i> DESH.	
„ <i>serrata</i> BR.		<i>Pyramidella plicosa</i> BRONN	a
„ <i>serraticosta</i> BRONN		<i>Natica lineata</i> LK.	
<i>Terebra basteroti</i> NYST		„ <i>millepunctata</i> LK.	lt 1 c
<i>Ranella marginata</i> BR.		<i>Solarium simplex</i> BRONN	
<i>Murex torularius</i> BR.	(1 c)	<i>Turritella subangulata</i> BR.	
<i>Fusus rostratus</i> OL.	1 c	<i>Vermetus intortus</i> L.	
<i>Pleurotoma romana</i> DEFR.		<i>Dentalium fossile</i> L.	
„ <i>intermedia</i> BRONN		„ <i>elephantinum</i> L.	
„ <i>turricula</i> BR.			

Eine andere Fauna, gleichfalls aus der seichteren bathyalen Zone, beschrieb DE STEFANI von Colletinaio (er hielt sie für «coralligen», was in seiner Nomenklatur der bathyalen Region entspricht):

<i>Pecten cristatus</i> BRONN		<i>Solarium moniliferum</i> BRONN	c
<i>Nucula placentina</i> LK.		<i>Natica helicina</i> BR.	
<i>Leda commutata</i> PHIL.	1 c	<i>Scalaria pechioliana</i> ISSEL	
<i>Limopsis anomala</i> EICH.	c	<i>Mathilda quadricarinata</i> BR.	c
<i>Lucina borealis</i> L.	1 c	<i>Ringicula buccinea</i> DESH.	1 c
<i>Cardita rudista</i> LK.		<i>Cancellaria bonelli</i> BELL.	
<i>Cytherea rudis</i> POLI	1 c	„ <i>lyrata</i> BR.	
<i>Syndosmya alba</i> WOOD	lt 1	<i>Conus antediluvianus</i> BRUG.	
<i>Corbula gibba</i> OLIVI	1 c a	<i>Fusus lamellosus</i> BORS.	
<i>Dentalium elephantinum</i> LK.		„ <i>rostratus</i> OLIVI	1 c
„ <i>gadus</i> MTG.		<i>Typhis fistulosus</i> BR.	
<i>Turritella subangulata</i> BR.		<i>Murex constantiae</i> D'ANC.	

Triton apenninicum SASSI*Ranella marginata* BRONG*Nassa angulata* BR.„ *ringens* BELL.„ *serraticosta* BRONN.„ *serrata* BR.„ *semistriata* BR.

c a

Pleurotoma allionii BELL.*Pleurotoma dimidiata* BR.„ *turricula* BR.„ *obtusangula* BR.*Raphitoma clathrata* SEM. 111 c„ *harpula* BR.„ *sigmoidea* BELL.„ *hispidula* JAN.

c

Columbella subulata BELL.

Die pliozänen Tone Italiens sind oft in einer den Pleurotomcentonen sehr nahen Fazies ausgebildet. Diese tieferen Fazies wiegen in der Plaisancienstufe vor, während das Astien hauptsächlich seichtere Ablagerungen enthält.

An der östlichen Seite der Apenninen spielen im Plaisancien die weißen Mergel mit Globigerinen und Pteropoden eine große Rolle. Oft sind aber diese planktonischen Reste in diesen Bildungen nicht so häufig, daß sie gesteinsbildend wären: wenn sie es aber doch sind und mit keinen Flachseeelementen vergesellschaftet, dann müssen diese Globigerinen- und Pteropodenmergel wahrscheinlich als abyssal betrachtet werden [s. Allg. Teil, Kap. VI. 10.].

Die jüngeren Tertiärbildungen von Barbados.

Die Insel Barbados ist zum großen Teil aus jüngeren Tertiärschichten aufgebaut, die wahrscheinlich in das Plioän gehören; doch ist das genaue Alter kaum zu entscheiden. Diese interessanten Bildungen, hauptsächlich den Globigerinenmergel, finden wir oft in der Faziesliteratur erwähnt.

Unter den schon bei den Pleistozänbildungen behandelten Korallenriffen liegt ein Kalkstein ohne Korallen [Basal-Rief rock], stellenweise auch Amphisteginenkalk (16). Dies ist wahrscheinlich eine Ablagerung der seichteren neritischen Zone. Unterwärts geht dieser Kalkstein langsam in den reinen Globigerinenmergel [Oceanic series] über. Die Amphisteginen werden stufenweise seltener, die Lithothamnien verschwinden, dann erscheinen die Einzelkorallen, dabei werden die Globigerinen immer häufiger. Aus diesen Übergangsschichten hat J. W. GREGORY einen, auf mittlere Meerestiefen hindeutenden Seeigel *Archaeopneustes abruptus* beschrieben (17). Später verschwinden die übrigen Fossilien völlig und neben der reichen Foraminiferenfauna bleiben nur kleine Echinodermenstacheln etwas häufiger vorhanden; die Globigerinen sind aber gesteinsbildend. Aus der von F. CHAPMAN

(18) untersuchten Foraminiferenfauna dieses Globigerinenmergels führe ich hier die bezeichnenderen Arten an [ich bezeichne dabei die den miozänen Schlierfaunen von Donja Tuzla gemeinsamen Arten; 1. = die von KATZER beschriebene, tiefere bathyale Schlierfauna, 2. = die Fauna des abyssischen Globigerinensedimentes bei der ärarischen Tiefbohrung No. XV.] Die Ähnlichkeit ist, den großen zoogeographischen und den Altersunterschied in Betracht gezogen, ziemlich groß, hauptsächlich sind aber die Gattungen in den drei Faunen sehr ähnlich vertreten, was nur als Folge der ähnlichen Faziesverhältnisse aufzufassen ist.

	1.	2.
<i>Haplophragmium agglutinans</i> D'ORB.		
<i>Miliolina trigonula</i> LK.		
<i>Spiroloculina limbata</i> D'ORB.	+	+
„ <i>tenuis</i> C.JZ.	+	+
<i>Textularia gramen</i> D'ORB.	+	+
„ <i>sagittula</i> DEFR.	+	+
„ <i>carinata</i> D'ORB.	(in manchen Schliertonen Ungarns)	
<i>Bulimina elegans</i> D'ORB.	+	
<i>Lagena sulcata</i> W. et J.		+
„ <i>hispidula</i> D'ORB.		+
<i>Nodosaria soluta</i> D'ORB.	+	+
<i>Dentalina consobrina</i> D'ORB.		
<i>Lingulina costata</i> D'ORB.		
<i>Fronicularia millettii</i> BRADY		
<i>Cristellaria calcar</i> L.		+
„ <i>cultrata</i> MONTE.		+
„ <i>rotulata</i> LK.		+
<i>Polymorphina communis</i> D'ORB.		
<i>Uvigerina pygmaea</i> D'ORB.		?
„ <i>tenuistriata</i> RSS.	+	?
<i>Triglerina capreolus</i> D'ORB.	+	
<i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.	+	+
„ „ var. <i>triloba</i> RSS.	+	
„ <i>conglobata</i> D'ORB.		+
„ <i>aequilateralis</i> BRADY	+	
<i>Pullenia quinquelobata</i> RSS.	(P. <i>sphaeroides</i> häufig im Schlier)	
<i>Rotalia soldanii</i> D'ORB.	+	

Rotalia praecincta KARR.

Truncatulina lobatula W. et J.

Nonionina pompilioides F. et M.

Sphaeroidina bulloides D'ORB.

Diese Fauna entspricht am besten den heutigen Tiefseeforaminiferenfaunen und bestätigt, daß dieses Globigerinensediment keine Lagunenablagerung ist. BRADY schätzt die Tiefe auf 1000 Faden.

Außer den Globigerinenmergeln bilden auch Radiolariantone diese «Oceanic series» (19). In diesen Schichten fand man außer den Radiolarien nur einen *Lamna*-Zahn und einen Seeigel (20), *Cystechinus crassus* GREG., der der erste fossile Vertreter einer heute in abyssischen Tiefen (1000—2000 Faden) lebenden Gattung ist. Die Radiolarien deuten nach HAECKEL (21) auf abyssische Tiefe hin; als eine Anhäufung von Planktonfieren ohne Beimengungen der Seichtwasserelemente halte auch ich es für eine abyssische Ablagerung [s. All. Teil, Kap. VI. 10.]. Übrigens bestätigen auch die chemischen Untersuchungen die Ähnlichkeit der «Oceanic series» mit den rezenten abyssischen Bildungen (22).

* * *

LITERATUR.

1. G. SEGUENZA: La formation zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire. Bulletin de la Société Géologique de France, 1867—68.

2. G. SEGUENZA: Studii paleontologici sulla fauna malacologica dei sedimenti pliocenici depositati a grandi profondità. Quadro sinottico dei depositi litorali e submarini delle varie zone del plioceno italiano. Bulletino della Società Malacologica Italiana. 1875., 1877.

3. C. DE STEFANI et PANTANELLI: Molluschi pliocenici dei dintorni di Siena. Bollettino d. Società Malacologica Italiana, 1878.

4. TH. FUCHS: Studien über die Gliederung der jüngeren Tertiärbildungen Oberitaliens. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Mathemat. Naturw. Classe, Bd. 77., 1878.

5. G. PONZI: I fossili del Monte Vaticano. Atti dell'Accademia reale dei Lincei. Mem. d. Classe di sci. fisiche, matem. e naturali, Ser. II. 3., 1876.

6. H. NYST: Conchyliologie des terrains tertiaires de la Belgique. I. Annales Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1881.

7. CH. DE STEFANI: Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. Annales de la Société Géologique de Belgique, tome 18., 1890—91.

7a. E. HAUG: Traité de Géologie. Paris, 1908—11.

8. J. PRESTWICH: On the Structure of the Crag-Beds of Suffolk and Norfolk, with some Observations on their Organic Remains. I. The Coralline Crag of Suffolk. II. The Red Crag of Essex and Suffolk. III. The Norwich Crag and Westleton Beds. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 27., 1871.

8a. F. W. HARMER: The Pliocene Deposits of the Eastern Counties of England. Geology in the Field; The Jubilee volume of the Geologists Association 1910.

9. C. REID: The Pliocene Deposits of Britain. Memoirs Geolog. Surv. United Kingdom, 1890.

10. F. W. HARMER: On the Pliocene Deposits of Holland and their Relation to the English and Belgian Crag, with a Suggestion for the Establishment of a New Zone «Ams-telien» and some Remarks on the Geographical Conditions of the Pliocene Epoch in North-ern Europe. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 52., 1896.

11. F. W. HARMER: The Pliocene Deposits of the East of England. II. The Crag of Essex (Waltonian) and its Relations to that of Suffolk and Norfolk. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 56., 1900.

12. F. W. HARMER: The Pliocene Deposits of the East of England. The Lenham Beds and the Coralline Crag. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 54., 1898.

13. S. V. WOOD jun. et F. W. HARMER: Supplement of the Monograph of the Crag Mollusca by S. V. WOOD. The Palaontographical Society, 1872.

14. C. DE STEFANI: Descrizione degli strati pliocenici dei dintorni di Siena. Bolletino R. Comit. Geolog. d'Italia, 1877.

15. M. DI MONTEROSATO: Nuova Rivista delle conchilie mediterranee. Atti Accad. Palermo, 1875.

16. G. F. FRANK et J. B. HARRISON: The Globigerina-Marls of Barbados. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 54., 1898.

17. J. W. GREGORY: *Archaeopneustes abruptus*, a New Genus and Species of Echinoid from the Oceanic Series in Barbados. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 48., 1892.

18. F. CHAPMAN: Appendix on the Foraminifera from Bissex Hill and Bowmantston. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 54., 1898.

19. A. JUKES-BOWNE et J. B. HARRISON: The Geology of Barbados, II. The Oceanic Deposits. Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 54., 1898.

20. J. W. GREGORY: *Cystechinus crassus*, a New Species from the Radiolarian Marls of Barbados, and the Evidence it affords as to the Age and Origin of those Deposits. Quarterly Journal of the Geological Society, 1889.

21. E. HAECKEL: Radiolaria, Challenger Report, Zoology XVIII., 1887.

22. A. J. JUKES-BROWNE et J. B. HARRISON: Notes on the Chemical Composition of some Oceanic Deposits. Quarterly Journal of the Geological Society, 1895.

MIOZÄN.

Literaturangaben.

Über die miozänen Fazies findet man sehr viele Angaben in der geologischen Literatur. Unter den das Wiener Becken betreffenden nenne ich nur einige in Betracht wegen der S. 184: (112) erwähnten Gründe.

F. KARRER legt in seinen Foraminiferenstudien (1) viele wertvolle Feststellungen nieder, die nicht nur lokale Bedeutung haben, sondern auch bei den Zonengliederungen benutzt werden können. Seine hier vorzuführenden Bestätigungen stimmen im allgemeinen mit den Ansichten der anderen österreichischen Geologen überein (13-5): «Betrachten wir nun zuerst die höhere oder Nulliporenzone, so finden wir dieselbe vor allem gekennzeichnet durch massenhaftes Auftreten von Nulliporen neben nur geringen Spuren von Bryozoen. Häufiger sind Cypridinen und Cidaritenstachel. Bedeutend entwickelt zeigt sich die Foraminiferenfauna, es sind zwar weitaus nicht die zahlreichen Arten, wie sie uns die marinen Tegel weisen, auch ist die Individuenzahl eine geringere, dennoch kann man ihr Vorkommen als ein sehr häufiges bezeichnen. Die bezeichnendsten, fast durchgehends in allen Lokalitäten dieser Zone beobachteten Arten, die regelmäßig in Mengen vorkommen, sind:

Rotalia bouéana D'ORB.

Polystomella crispa D'ORB.

Rotalia dutemplei D'ORB.

Amphistegina hauerina D'ORB.

Asterigerina planorbis D'ORB.

Heterostegina costata D'ORB.

Truncatulina lobatula D'ORB.

Nicht gleichförmig überall vertreten, aber doch als bezeichnende Typen erwähne ich:

Polymorphina digitalis D'ORB.

Triloculina gibba D'ORB.

Alveolina melo D'ORB.

„ *austriaca* D'ORB.,

Triloculina inflata D'ORB.

daran schließt sich fast immer wiederkehrend, aber nur in geringerer Individuenzahl:

Polystomella fichteliana D'ORB.

Globulina aequalis D'ORB.

Textularia subangulata D'ORB.

In noch geringerer Anzahl folgen:

Nonionina communis D'ORB.

Truncatulina bouéana D'ORB.

Anomalina variolata D'ORB.

Rosalina viennensis D'ORB.

Nur an einigen Amphisteginen-Lokalitäten in größerer Menge auftretend, zeigen sich die Miliolideen, die eigentlich mehr Bewohner tieferer Wässer sind. Fast ganz fehlen die Nodosarien, Dentalinen, Glandulinen, Marginulinen, Cristellarien, Robulinen und Globigerinen.

Mit den vorgenannten Arten charakterisiert sich somit eine Zone zwischen 15–30 Faden, während die letzterwähnten Genera, die im marinen Tegel so recht zuhause sind, schon die tieferen Stellen von 40 Faden und darunter kennzeichnen.

Die Bryozoenzone bringt, wie schon ihr Name bezeichnet, bereits eine ansehnliche Anzahl von sog. Corallinen, ja manche Orte wie Eisenstadt, Niederleis, Ehrenhausen sind als wahre Hauptfundstätten derselben zu bezeichnen. Die Nulliporen sind zurückgetreten, nur Cypridinen und Cidaritenstachel bleiben sich in bald geringerer, bald größerer Menge konstant. Die Foraminiferenfauna ist eine sehr reiche, ja sie ist eine bedeutend mannigfaltigere geworden, sie nähert sich jener der marinen Tegel ohne dieselbe entfernt zu erreichen. *Polystomella crista*, *Rotalia dutemplei* bleiben noch immer häufige Bewohner, aber *Amphistegina planorbis*, *Rotalia bouéana*, *Amphistegina hauerina* und *Heterostegina costata* sind bedeutend zurückgetreten, die Amphisteginen fehlen sogar oft ganz. Dagegen finden wir eine noch größere Anzahl Rotalien, dann Globigerinen, Textilarien und Miliolideen und die in der Nulliporenzone kaum in Spuren wahrnehmbaren Nodosarideen, Glandulinideen und Cristellarideen finden sich, wenngleich in geringer Zahl, doch meistens mit einer oder mehreren Arten ein.

Die marinen Sande, — oft eine reiche Fundstätte der schönsten Ein- und Zweischaler, — haben aus den untersuchten Lokalitäten nur eine geringe Ausbeute an Foraminiferen geboten. Sie treten in ihrer Fauna jener der Bryozoenzone sehr nahe; *Polystomella crista*, *P. flexuosa*, *Rosalina viennensis* und einige Globulinenarten waren fast die einzigen etwas mehr hervortretenden Formen . . .»

TH. FUCHS (2) vergleicht die Zwergfaunen von Niederleis und Steinabrunn mit der der dichten Algenrasen im Hafen von Messina; so sollten jene fossilen Faunen, die hauptsächlich aus Mollusken (Schnecken) von sehr kleiner Gestalt zusammengesetzt sind, in den Algenwäldern am Boden eines seichten Meeresteiles gelebt haben. Es muß aber bemerkt werden, daß erstens diese Erklärung nur eine sehr interessante, jedoch nicht die einzig mögliche Erklärung der Zwergfaunen ist und zweitens unter dem Namen «Steinabrunner Schichten» Ablagerungen von verschiedener Ausbildung zusammengefaßt werden, auch solche, deren Fauna nicht nur aus kleineren Arten besteht.

In seiner großen Faziesstudie behandelt TH. FUCHS (3) auch einige miozäne Fazies. Er bezeichnet als Tiefseeablagerungen: die Pleurotomeentone [z. B. Badener Tegel], Pteropodenmergel, den Schlier, die Bryozoen- und Brachiopodenschichten, Tiefseekorallen- und Brachiopodenkalke. Unter diesen stehen die Bryozoen- und Brachiopodensedimente unbedingt in einem stärkeren Zusammenhang mit den ufernahen Bildungen [ich teile sie in die mittlere neritischen Zone ein], die übrigen stammen wirklich aus tiefe-

rem Wasser; «die Tiefsee» nach FUCHS entspricht übrigens auch schon meiner tieferen neritischen Zone.

Die besten Beschreibungen der Pleurotomeentonfazies stammen von TH. FUCHS [s. Allg. Teil, Kap. VI.]. Die Faunen der Pteropodenmergel sollen nach ihm von ähnlichen Charakteren sein, so enthalten sie viele Cephalopoden und massenhaft Pteropoden. Zu dieser Fazies rechnet er den Schlier. Die Tiefseennatur [tiefere bathyale Zone] dieser Fazies nehme ich an; ich bemerke jedoch, daß der Schlier Ungarns nur selten eine kleine Ähnlichkeit mit solchen Pteropodenschichten hat: sogar sind Cephalopoden und Pteropoden die seltensten Fossilien darin.

FUCHS meint Flachsee- und Tiefseebryozoenbildungen unterscheiden zu können. Die Faunen der letzteren sollten hauptsächlich zarte, ästige Bryozoen enthalten, wie *Hornera*, *Retepora* und dann

<i>Terebratulina vitrea</i>	<i>Thecidea</i>
<i>Terebratulina caput serpentis</i>	<i>Pecten opercularis</i>
<i>Megerleia truncata</i>	Cirrhipeden
<i>Platydia anomioidea</i>	Einzelkorallen
<i>Argiope</i>	

Diese Fauna weist keine größere Abweichung von den typischen Bryozoenfaunen aus der mittleren Zone der neritischen Region auf, höchstens könnte sie den Übergang zu den tieferen Tonschichten bilden, wie z. B. im nördlichen Mecsek-Gebirge. Es sind jedoch unter den genannten Fossilien nur *Platydia* und die Einzelkorallen in der Tiefsee heimisch.

Die Tiefseekorallenschichten mit *Caryophyllia*, *Desmophyllum*, *Balanophyllia*, *Isis*, *Corallium*, Oculinen gehören in die tiefere neritische Zone, oder in die bathyale Region; die genaue Lage läßt sich nur aus den Begleitfaunen bestimmen. Diese Bildungen stehen aber nicht in so starker Verbindung mit der Bryozoen- und Brachiopodenfazies, wie es FUCHS annimmt.

L. TEISSEYRE (4) hielt die Kalksteine des Hügelszuges «Miodobory» in Podolien für sarmatische Bryozoenriffe; A. MICHALSKI (5) korrigiert diese Feststellungen: die Riffe sind weder sarmatisch, noch Bryozoenriffe, sondern obermediterran und von einer dünnen sarmatischen Bryozoenkalkdecke überzogen.

E. STOHR (6) rechnete die Tripoli von Sizilien zu den Tiefseebildungen, da wir heute ähnliche Ablagerungen nur in abyssischen Tiefen finden. F. DREYER (7) hat diese Radiolarienfauna eingehend bearbeitet und bezweifelt ihre Tiefseennatur. Die hiesigen Radiolarien beweisen keine Entstehung

in der Tiefsee, da sie als Planktontiere in alle Tiefen geraten können, die Süßwasserfische und Pflanzen wurden aber durch Flüsse ins Meer geschleppt, was aber nur in der Flachsee der Fall sein kann. Die Fische sind in großer Anzahl vorhanden: das Gestein ist voll von ihren Schuppen, was ein starker Gegensatz zu dem heutigen abyssischen Radiolarienschlamm ist. Die Diatomeen sind darin zahlreich, die Foraminiferen selten. Er schreibt (7536): «Die miozänen Tripelablagerungen Siziliens fanden im Meere statt und zwar bei einer Tiefe von etwa 100–200 Faden. Die betreffenden Meeresabschnitte lagen nicht allzu weit von der Küste entfernt, wahrscheinlich in ruhigem Meerbusen in der Nähe von Flußmündungen.» Die Tiefenverhältnisse dieser Ablagerung sind kaum zu bestimmen; sie entstand jedoch wahrscheinlich in einem getrennten Meerbusen, an dessen Strand keine normale benthonische Fauna gedeihen konnte. Für unsere Zwecke ist aber dieses Vorkommnis von sehr kleiner Bedeutung: es ist ein Exotikum und steht gar nicht in Zusammenhang mit den anderen, gleichaltrige Fazies betreffenden paläobiologischen Fragen. Höchstens für die Paläogeographie wäre es wichtig, die aber fällt aus dem Rahmen dieser Arbeit heraus.

Der Versuch C. DE STEFANI's mit einer systematischen Faziesstudie über das Neogen (8) wäre von sehr großer Bedeutung, wenn ihm auch die anderen Forscher nachgefolgt wären. Seine Prinzipien sind richtig und sein Fehler liegt nur darin, daß er außerhalb Italiens sehr große Faziesseinheiten annimmt, nicht ein Vorkommnis, sondern einen Sedimenttyp oder eine Etage. Seine Ansichten über die Tiefseeablagerung stimmen mit denen von TH. FUCHS (3) überein. Unter den Seichtwasserbildungen unterscheidet er von 20–200 m Tiefe eine einzige Zone; wie schon bemerkt, sollten darin noch sehr verschiedene Fazies getrennt werden. Er hält die Schichten von Molt für die Sedimente lagunenähnlicher Meeresteile, die Horner Schichten für litorale, die Leithakalke und die mit ihnen zusammenhängenden Sande und Mergel für Bildungen der Laminarienzzone (20–200 m) und die Grunder Schichten für Übergänge zwischen Laminarien- und Litoralzone. Diese Unterscheidungen sind nicht ganz stichhaltig, da es im Unter-, wie im Obermediterran noch weitere Faziesverschiedenheiten gibt, z. B. gehören zu den Leithakalkbildungen wohl litorale, seichtere und mittlere neritische Fazies. Ihn hat hier nämlich das Bestreben irre geleitet, die Altersverschiedenheit des unteren und oberen Mediterrans zu leugnen und die Verschiedenheit der Faunen bloß durch die Faziesverhältnisse zu erklären. Sehr richtig ist seine Feststellung, daß die Charaktere der Gauderndorfer Fauna hauptsäch-

lich nicht durch ihr Alter, sondern ihre Litoralnatur verursacht werden und den Litoralbildungen des italienischen Pliozäns sehr ähnlich sind.

TH. FUCHS (9) hat danach die Fazies der Gauderndorfer Schichten genau bestimmt. Diese Bildungen bestehen aus sehr feinem Sand [auch Tellinsand genannt]; der weit vorwiegende Teil der Fauna besteht aus grabenden, aragonitschaligen Muscheln:

<i>Solen vagina</i>	<i>Tapes vetula</i>
<i>Pollia legumen</i>	„ <i>basteroti</i>
<i>Psammobia labordei</i>	<i>Cytharea pedemontana</i>
<i>Tellina planata</i>	<i>Venus islandicoides</i>
„ <i>lacunosa</i>	<i>Lucina multilamella</i>
„ <i>strigosa</i>	„ <i>ornata</i>
<i>Lutraria oblonga</i>	<i>Cardium hörnesianum</i>
„ <i>sanna</i>	„ <i>hians</i>
<i>Mactra bucklandi</i>	„ <i>grateloupi</i>
<i>Panopaea menardi</i>	

Nicht grabend sind: *Arca fichteli*, *Mytilus haidingeri*. Dagegen sind die kalzitschaligen Tierreste sehr selten. Diese Lebensgemeinschaft haben wir schon besprochen [Allg. Teil, Kap. F. 1.]: ihre schönsten Vorkommnisse sind an dem Strand zu finden, die weniger charakteristischen in der seichteren Zone der neritischen Region; die Gauderndorfer Schichten dürfen gewiß zu der ersten gerechnet werden. — Dagegen bestehen die gleichfalls untermediterranen Eggenburger-, oder *Pecten*-Schichten aus grobem Sand und Grus, auch in Nulliporen- und Bryozoenkalk übergehend. Grabende aragonitschalige Muscheln sind darin selten, dagegen Bryozoen [*Hornera*, *Retepora* usw.], *Terebratula Hörnesi*, *Ostrea*, *Balanus*, Echiniden häufig. Das Fehlen der aragonitschaligen Muscheln betrachtet FUCHS als Zeichen einer etwas größeren Tiefe als die der Gauderndorfer Schichten; es ist aber wahrscheinlich, daß es nur durch diagenetische Vorgänge verursacht wurde. Übrigens gehörten die Eggenburger Schichten gewiß in die seichtere neritische Zone, auch schon wegen ihres Reichtums an Kalkalgen.

O. ABEL (10) meint, im Untermediterran des Wiener Tertiärbeckens hätten alle Horizonte seichtere und tiefere Fazies; er behandelt aber die Faziesverhältnisse nicht eingehender.

J. B. HARRISON und JUKES-BROWNE versuchten (11) die abyssische Natur der ineinander übergehenden Globigerinen- und Radiolarienschichten von Trinidad zu beweisen. Dafür führen sie das Vorkommen der Gattung

Ethmodiscus an, die ausschließlich in der Tiefsee zu finden sei. Auf der betreffenden Sitzung der Geological Society [1899] sprach SOLLAS gegen diese Folgerungen und bemerkte, daß *Ethmodiscus* nicht nur in der Tiefsee vorkommt. Gewiß entsprechen diese Bildungen nicht völlig dem heutigen Globigerinenschlamm, doch betrachte ich die Seichtwassertiere entbehrenden, zum großen Teil aus planktonischen Resten aufgebauten Ablagerungen als abyssal [s. Allg. Teil, Kap. VI. 10]. Es kann noch bemerkt werden, daß R. J. LECHMERE GUPPY (12) diese *Globigerina*-beds dem Eozän zuteilt.

TH. FUCHS (13) verglich die Fauna des Badener Tegels mit den rezenten Tiefwasserfaunen des Roten Meeres; so soll diese nach meiner Nomenklatur der bathyalen Region angehören. Später erkannte er in dem Pleurotomeenton des Indischen Ozeans ein unbestreitbares Analogon des Badener Tegels (14) [S. im Allg. Teil].

N. ANDRUSSOW (15) unterschied mehrere Fazies unter den Mediteransschichten der Umgebung des Schwarzen Meeres. Bathymetrisch trennt er aber nur zwei Gruppen ab: die kalksandige Seichtwasserfazies und die tonigen Ablagerungen größerer Tiefen. Er schreibt (1574-75): «Die kalksandige Fazies stellt mehrere Subfazies dar und zwar:

1. eine sandige Subfazies mit *Lucina dujardini* DESH., *Ervilia praepodolica* ANDRUS., *Donax tarchanensis* ANDRUS., *Macra* sp., *Syn-desmya* sp., *Solen* sp., *Cardium multcostatum* BR., *Rissoa protogena* ANDRUS.

2. eine Subfazies der Detrituskalke, welche aus einem Zerreibsel der Conchylien und Nulliporen bestehen und dickschalige Formen enthalten, wie große *Mytilus*, *Tapes taurica* ANDRUS., *Nassa dujardini*, *Nassa obliqua*, *Cerithium cattleyae* BAILY, *Trochus pictiformis* ANDRUS.

3. eine Subfazies der Bryozoenkalke, welche als unregelmäßig halbkugelige Massen inmitten der übrigen Subfazies vorkommen. Die Halbkugeln bestehen aus konzentrischen Schalen von *Cellepora*, *Lep-ralia*, *Membranipora* und aus Serpeln und Nulliporen. Die Oberfläche der Halbkugel ist mit kleinen *Spirorbis* und Balanen bedeckt. Für Bryozoenkalke ist das Vorkommen von *Avicula*, kleinen *Modiola*, *Arca*, *Chama*, *Venerupis*, *Saxicava* charakteristisch.

Diese Ablagerungen sind im seichten Wasser zur Ablagerung gekommen, wie es aus ihrer Fauna und besonders aus dem Vorkommen von Nulliporen und Siphoneen (*Acicularia andrusovi* SOLMS) erhellt». Ich würde diese Bildungen in die seichtere neritische Zone einteilen.

Den tonigen Ablagerungen geben *Spiralis*, *Leda*, *Neaera*, *Buccinum restitutum* usw. eine bathyale Erscheinung, ja sie sind sogar denen des Mecsek-Gebirges in Südungarn so ähnlich, daß ich voraussetzen möchte, daß die südungarischen mediterranen Tiefseefazies (Mecsek, Krassó-Szörény) weit nach Osten eine ununterbrochene Fortsetzung hatten.

Bei Bochnia (Galizien) finden sich in den mit dem Steinsalz zusammenhängenden, tonigen Obermediterranschichten reiche planktonische Faunen, mit den Pteropoden *Spiralis valvatina*, *Vaginella depressa*, *Cleodora spina*, doch herrschen die Foraminiferen *Globigerina bulloides* und *Orbulina universa* vor. E. HAUG (161666) betrachtet diese Schichten als Lagunenablagerungen: «C'est là un exemple frappant de la possibilité qu'ont les organismes planctoniques de pénétrer dans les lagunes; on peut le soumettre aux méditations des géologues qui n'hésitent pas à qualifier d'abyssal tout dépôt qui renferme des Globigerines ou des Pteropodes.» Die Entstehung des Steinsalzes in dieser Formation ist aber gar nicht so klar, daß sie als Faziesbeweis gebraucht werden dürfte: mir scheint also die Lagunennatur dieses Vorkommnisses nicht bewiesen zu sein.

W. DEECKE zählt in seiner großen Faziesstudie (17) eine Menge Faziesangaben auf, doch kaum eine originelle Feststellung wird bei ihm klar auseinandergesetzt und bewiesen. Hauptsächlich aber gibt er die Literatur dazu gar nicht an. Über die Tegel des Wiener Beckens schreibt er, sie seien schon ein Übergang von den tieferen zu den Flachwasserablagerungen. Welche Tiefen er hier verstehen will, kann man nicht wissen und darum auch nicht bestreiten. Soviel ist aber ganz klar, daß diese Tegellagerungen, die so verschiedene Fazies vertreten, nicht in einer Gruppe zusammenzufassen sind. — Zu einer tieferen litoralen Zone rechnet er die südfranzösischen Faluns; doch sind auch diese Bildungen so mannigfaltig, daß sie schwer als eine Einheit in Betreff der Faziesverhältnisse behandelt werden können. Die Mollassbildungen hält er z. T. für litorale Miozänschichten.

Im österreichischen Mediterran unterscheidet SCHUBERT (18) die Fischfaunen der Flachsee (Leithakalk) und der Tiefsee (Badener Tegel). O. ABEL (19) bezweifelt aber, daß die gedachten Fische schon derzeit in den Tiefen lebten, sondern ihre rezenten Verwandten sollten erst in späteren Zeiten in die Tiefsee gewandert sein. Doch wird die bathyale Natur des Badener Tegels auch durch die Begleitfaunen erwiesen; O. ABEL spricht auch nicht dagegen.

Eigentlich gehört nicht mehr zu den marinen Fazies, kann jedoch

als interessante Erscheinung erwähnt werden, daß bei Korneuburg im Austrien der Wind einzelne Meerestiere in die [miozänen] Lagunen getrieben haben soll (20), wo sie jetzt in diesen nichtmarinen Ablagerungen zu finden sind.

K. ANDRÉE nennt (21) die Pleurotomeentone und Dentalientone hemipelagisch. In Bezug auf die ersten wird dies [also bathyalen Ursprung] allgemein angenommen [s. hauptsächlich bei TH. FUCHS l. c.] Die Dentalien kommen aber in verschiedenen Fazies in einer größeren Anzahl vor, so auch in bathyalen Tegelbildungen; doch gehören ihre charakteristischen Vorkommnisse in die mittlere und seichtere neritische Zone [s. das Mediterran des Cserhát-Gebirges in Ungarn und das Eozän der Insel Wight.] Der Schlier soll nach ihm entweder die Ablagerung großer Tiefen oder die eines Nebenmeeres sein. Ich selbst halte den Schlier für entschieden bathyal; bei den Ablagerungen der Meere normalen Salzgehalts lege ich, wie schon erwähnt, auf Nebenmeernatur kein Gewicht.

C. DIENER (22) bestreitet, daß der Badener Tegel in einer Tiefe über 200 m abgelagert wäre, da er nach den heutigen Lagerungsverhältnissen nicht so viel niedriger als die gleichaltrigen litoralen Leithakonglomerate liegt. Es können aber wohl tektonische Bewegungen beträchtliche Niveauänderungen unter diesen Bildungen verursachen; vor allem muß man beachten, daß der Badener Tegel wohl eine Mächtigkeit von 400 m erreichen kann; daher muß man annehmen, daß entweder der Boden im Laufe der Sedimentation wirklich gesunken ist oder das Meer tiefer gewesen sein muß als seine Ablagerung dick ist: beide Fälle sprechen gegen DIENER's Ansichten.

Ich behandelte die Faziesfragen der Miozänbildungen Ungarns in mehreren Arbeiten. Die Aufsätze über das nordöstliche Cserhát-Gebirge (23 u. 24), über die Umgebung von Budapest (25 u. 26), Zebegény (27), das Mecsek- (28) und Báner-Gebirge (29) benutze ich bei der Beschreibung der Faziesverhältnisse der betreffenden Gegenden.

Die kalkig-sandigen Bildungen von Fót (30) verglich ich dem Alter wie der Fazies nach mit den Eggenburger Schichten [d. h. seichtere neritische Zone]. Dafür sprechen vornehmlich die großen *Pecten*-, *Ostrea*- und *Echinoideen*arten, die häufigen *Anomia*, *Turbo*, *Lithodomus* und knolligen Bryozoen.

Aus dem Ipoly-Tale beschrieb ich (31) fünf Obermediterranfaunen, die ich in die tiefere Zone der neritischen Region einteilte. In ihren Foraminiferenfaunen kommen nur vereinzelt Flachwasserarten vor, am häufigsten

sind aber *Globigerina bulloides*, *Textularia carinata* und Lagenideen, unter den Muscheln *Pecten cristatus*, *Leda*, *Arca diluvii*, *Corbula gibba*, an Schnecken *Natica*, *Turritella turris*, *Pleurotoma*, *Ancillaria*, im allgemeinen aber von einigen Seichtwasserarten begleitet.

Die europäischen Miozänbildungen sind für Faziesstudien sehr geeignet. In den heutigen Ablagerungen des Mittelländischen Meeres und des Roten Meeres findet man meistens die Analoga oder mindestens sehr ähnliche Bildungen, mit deren Hilfe sich die miozänen Faziesverhältnisse gut erklären. Daneben sind sie sehr mannigfaltig, was die Vollkommenheit der Systeme und Einteilungen fördert. Allerdings ist dies ein Zeitalter, in dem man die schnellsten Fortschritte der Fazieskunde erwarten kann. Es gibt bereits eine so große Anzahl Faziesangaben über das Miozän, daß ich hier Vollkommenheit keineswegs anstrebe, sondern die instruktiven guten Beispiele hervorheben muß. Daher behandle ich hier die Mediterranschichten des Wiener Tertiärbeckens nicht, obgleich diese z. T. als klassische Vorkommnisse gewisser Fazies betrachtet werden müssen. Wegen des unendlichen Reichtums an Fundorten und Faunen wären hier lange spezielle Faziesstudien an Ort und Stelle nötig, die bisher nicht gemacht wurden; jetzt sind unsere Kenntnisse noch ziemlich lückenhaft.

Ich begann meine Faziesstudien mit dem Mediterran des Cserhát-Gebirges; darum behandle ich es hier auch zuerst.

Das Miozän des Cserhát-Gebirges.

Über die Faziesverhältnisse des Tortonien in den nordöstlichen Teilen des Cserhát-Gebirges hielt ich im Herbst 1922 in den Sitzungen der Ungarischen Geologischen Gesellschaft zwei Vorträge (32 u. 33), bald erschien eine kurze Zusammenfassung meiner Ergebnisse (23) und erst 1924 eine ausführlichere Beschreibung (24), auch mit dem Schlier [Helvetien] erweitert. Da das nur ungarisch erschien, muß ich es hier ausführlich wiedergeben; dabei habe ich die Listen mehrerer Faunen, die ich in diesem Gebiet sammelte und bearbeitete nur in den beiden Vorträgen (32 u. 33) veröffentlicht; die werde ich hier der Vollständigkeit halber vorführen, besitzen sie auch nicht immer größere Bedeutung für die Faziesfragen, weil sie neuere Daten zur Geologie der Gegend bieten. Über die geologischen Verhältnisse dieser Gegend s. noch E. NOSZKY (38, 39 u. 40).

1. Die litoralen Bildungen sind in den meisten Gebieten im allgemeinen selten, da sie sich nur in einer schmalen Zone bilden und oft durch Abrasion oder Erosion bald nach ihrer Ablagerung wieder zerstört werden. Übrigens gibt es keine scharfe Grenze zwischen der litoralen und neritischen Region. Es ist aber zweckmäßig, diese in der Fazieskunde etwas tiefer zu ziehen, als es bei den heutigen bathymetrischen Meereszonen üblich ist: sonst blieben kaum Ablagerungen, die in die litorale Region einzuteilen wären und die auch sonst sehr große neritische Region wäre noch erweitert.

Im nordöstlichen Cserhát finden wir in der Schlucht der Kis-Zagyva eine charakteristische Litoralbildung. Hier lagert auf dem Andesitkomplex Lithothamnienkalk und darüber die Schicht, die E. NOSZKY «Pernenbank» nennt, ein mergeliger Kalkstein, aus dem ich folgende Fauna gesammelt und bestimmt habe:

Solenastraea sp.

Serpula sp.

Perna soldanii DESH.

Pecten elegans ANDR.

Pecten sp. (*Chlamys*)

Ostrea sp.

Arca barbata L.

Chama gryphoides L.

Cardium sp.

Cardium cfr. *edule* L.

Venus aglaurae BRONG.

Venus miocenica MICH.

Meretrix italica DEFR.

Lutraria oblonga CHEMN.

Haliotis tuberculata L.

Trochus sp.

Trochus miliaris BR.

Monodonta araeonis BAST.

Solarium moniliferum BRONN

Turritella sp.

Cerithium perversum L.

Cerithium zeuschneri PUSCH

Pleurotoma sp.

Murex cfr. *aquitanicus* GRAT.

Fusus sp.,

daneben kommen auch Reste von *Lithothamnium ramosissimum* RSS. vor. Diese Fauna weicht von den anderen Obermediterranschichten dieser Gegend, von den tieferen, wie den seichteren neritischen Fazies stark ab. Es gibt darin kaum Arten, die auch in anderen benachbarten Vorkommnissen eine bedeutendere Rolle spielten. Der Grund dafür ist, daß diese Fauna aus einem noch seichteren Wasser stammt als die übrigen. Keine einzige Art spricht für größere Tiefen und mit der rezenten Verteilung verglichen, fallen die folgenden als charakteristische Litoraltiere auf:

Arca barbata

Chama gryphoides

Cardium edule

Venus aglaurae

Lutraria oblonga

Haliotis tuberculata

Cerithium perversum

und hauptsächlich *Perna soldanii*, die in einer solchen Menge vorkommt, daß sie gesteinsbildend und für die Schicht sehr charakteristisch ist; ähnliche Pernenbänke sind auch heute im Litoral zu finden (34). Unter den rezenten Litoralbildungen ähnelt diese am meisten dem sog. «Blockstrand» (35): größere Andesitgerölle sind darin zerstreut. Dieselben lithologischen und faunistischen Eigenschaften sind aber in einem anderen Vorkommnis an der nordöstlichen Seite des Sámsonházaer Várhegy [Festungsberg] viel besser ausgeprägt [s. unten].

Auffallend ist der große Unterschied, den diese Fauna einer anderen litoral Obermediterrana fauna des Ungarischen Mittelgebirges gegenüber zeigt, der durch die Gesteinsart, d. h. die derzeitigen Beschaffenheiten des Meeresbodens verursacht ist. Diese andere Fauna ist die des litoral Sandes bei Bia [Horizont No. 3. von M. v. HANTKEN], die der Gauderndorfer Fazies entspricht und vorwiegend aus aragonitschaligen grabenden Muscheln zusammengesetzt ist. Diese grabenden Muscheln spielen im Vorkommnis der Schlucht der Kis-Zagyva keine Rolle, dagegen sind hier die Schnecken viel häufiger, was für den Blockstrand charakteristisch ist. In den beiden gleichaltrigen und gleichfalls litoral Faunen gibt es keine einzige gemeinsame Art; es ist ein gutes Beispiel, daß große paläontologische Unterschiede zwischen Ablagerungen ähnlicher Tiefen möglich sind.

Es gibt noch Fundstellen in der Gegend, wo *Perna soldanii* als herrschende Art hervortritt: so an der Nordseite der Schlucht der Kis-Zagyva [gegenüber dem zuerst behandelten Vorkommnis] und in den Weingärten zwischen Sámsonháza und Mátrazöllös. An beiden Orten ist eine nicht mächtige, mergelige Kalkschicht mit unzähligen *Perna soldanii*-Schalen, aber sehr armen Begleitfaunen zu finden, nur Lithothamnien sind häufig. Im Liegenden wie im Hangenden geht an beiden Orten die Schicht in Lithothamnienkalk oder Lithothamnien-Mergelkalk über. Diese besitzen keine gut ausgeprägten Litoralcharaktere mehr. Die Fauna dieser Pernenschicht an der Nordseite der Kis-Zagyva-Schlucht ist folgende:

Schizaster sp.

Perna soldanii DESH.

Ostrea plicatula GMEL.

Natica sp.

Arca barbata L.

Das andere Vorkommnis liegt ungefähr in der Mitte zwischen Sámsonháza und Mátrazöllös in den Weingärten, in einem etwas höheren Niveau als das vorige; darin fand ich:

Schizaster sp.

Perna soldanii DESH.

Echinolampas hemisphaericus LK.

Pecten latissimus BR.

Ostrea sp.*Venus* cfr. *miocenica* Micht.

Auf der Nordostlehne des Sámsonházaer Várhegy liegt unmittelbar auf dem Andesitkomplex ein kalkiges Andesitkonglomerat, das wohl auch «Pernenbank» genannt werden kann. F. SCHAFARZIK hat diese Lokalität zuerst ausgebeutet und davon eine Fauna von 14 Formen (36) beschrieben; ich konnte diese Fauna bedeutend erweitern:

Korallen [sehr schlecht erhalten]

Serpula sp.*Venus scalaris* BRONN*Perna soldanii* DESH.*Meretrix* sp.*Pecten opercularis* L.*Tapes* cfr. *basteroti* MAY.*Flabellipecten* sp.*Calyptraea chinensis* L.*Chlamys* sp.*Natica* sp.*Ostrea* sp.„ *millepunctata* LK.„ *crassissima* LK.„ *josephinia* RISS. (?)*Lithodomus avitensis* MAY.*Turritella vermicularis* BR.

(lithophagus L.)

Cerithium sp.*Arca* sp.*Cypraea* sp.„ *diluvii* LK.*Columbella curta* BELL.*Pectunculus pilosus* L.*Buccinum* sp.

(bimaculatus POLI.)

Murex sp.*Cardita* ex. aff. *partschi* GF.*Mitra* sp.„ *elongata* BRONN*Oliva flammulata* LK.*Crassatella moravica* HORN.*Ancillaria glandiformis* LK.*Cardium* sp.*Conus* sp.„ *fragile* BR.„ *fuscocingulatus* BRONN*Venus* sp.*Bulla* sp.„ *multilamella* LK.*Dentalium* sp.„ *ovata* PENN.*Balanus concavus* BRONN„ *subplicata* D'ORB.

Perna soldanii ist am häufigsten und es finden sich in der Fauna auch andere Litoraltiere, doch ist die Litoralnatur dieser Fauna nicht so entschieden wie die der Pernenbank in der Kis-Zagyva-Schlucht. Der Boden war hier mit Andesitblöcken bedeckt, die von den Wellen kaum bewegt werden konnten: an diese geheftet oder sich darunter verbergend wohnte die reiche Fauna. Unter solchen Faziesverhältnissen pflegten sehr reiche Faunen vorzukommen; hier ist aber die Erhaltung sehr schlecht. Der überwiegende Teil der Fauna ist in der seichteren neritischen Zone

heimisch; es ist kaum zu entscheiden, ob diese Bildung in die litorale Region oder in die seichtere Zone der neritischen Region eingeteilt werden soll.

*

II. Die seichtere neritische Zone kann im Fall der Mediterranschichten «Lithothamnienzone» benannt werden, da diese Kalkalgen darin ungemein verbreitet sind. Oft werden diese Bildungen auch «Leithakalke» genannt. In unserer Gegend sind diese in vertikaler wie horizontaler Richtung die ausgedehntesten; dazu gehören die Lithothamnienkalke, Mollusken- und Foraminiferenkalke.

a) Im Lithothamnienkalk sind im allgemeinen nur die Kalkalgen gesteinsbildend, während die Mollusken eine unbedeutende Rolle spielen, [nicht so aber im Mecsek-Gebirge, wo diese auch gesteinsbildend sind]. Die Faunen sind gewöhnlich sehr arm.

Zwischen Mátraszöllös und Sámsonháza bedeckt der Lithothamnienkalk große Oberflächen. *Pecten latissimus* BR. kommt darin sehr häufig, *Spondylus crassica* weniger häufig vor, andere Tierreste sind aber kaum zu finden. Das Gestein ist stellenweise tuffhaltig. Wo der Kalk in Kalkmergel übergeht, verschwindet *Spondylus crassica* oder wird mindestens selten. Aus dem Mergelkalk hat F. SCHAFARZIK eine kleinere Fauna beschrieben (36).

In der Schlucht der Kis-Zagyva, bei Sámsonháza kommt Lithothamnienkalk in drei übereinander liegenden Horizonten vor, an der Süd- wie Nordseite der Schlucht. Im Profil der Südseite beginnt das Tortonien über dem Pyroxenandesittuff mit einer Lithothamnienkalkschicht, die in der Mitte etwas sandig ist. Ich fand darin:

Vioa sp. (Bohrlöcher)

Echinolampas sp.

Clypeaster sp. (eine sehr gro-
ße Form)

Onychocella angulosa Rss.

Pecten latissimus BR.

Spondylus crassica LK.

Ostrea sp.

Darüber folgt die Pernenbank. Darüber wieder eine dünnere Schicht Lithothamnienkalk mit sehr wenig Mollusken:

Pecten latissimus BR.

Pecten opercularis L.

Spondylus crassica LK.

und mit mehreren inkrustierenden Bryozoen:

Membranipora

Schizoporella

Mucronella

Cellepora

Ähnlich sind diese Schichten auch an der Nordseite ausgebildet; das oberste Niveau, über sandigen Bryozoenschichten, ist aber an der Nordseite besser zugänglich. Die Gesteinsart ist ziemlich veränderlich, oft ist der Kalk etwas sandiger, oder nicht so reich an Lithothamnien. Seine Fauna ist denen der unteren Schichten sehr ähnlich:

<i>Onychocella</i> sp.	<i>Pecten opercularis</i> L.
<i>Schizoporella linearis</i> HASS.	<i>Ostrea</i> sp.
<i>Cellepora globularis</i> BRONN	<i>Anomia ephippium</i> L.
<i>Pecten latissimus</i> BR.	<i>Venus</i> sp.

Mit diesen Schichten endet das Tortonien nach oben. Diese Faunen sind weit ärmer als die Bestimmung der Fazies zu ermöglichen, wenn keine reicheren Faunen aus anderen Lokalitäten zur Verfügung stünden. Von den Bryozoen kann bemerkt werden, daß hier nur die inkrustierenden Arten verbreitet sind, während die verästelten Formen keine Rolle spielen.

Im Steinbruch von Mátrazöllös kommt eine schöne Fauna im Lithothamnienkalk vor, die STEF. VITALIS beschrieben hat (37). Die herrschenden Elemente sind die Echinoideen, Mollusken und Vertebraten. Die Foraminiferen, Korallen, Würmer und Bryozoen sind durch je eine Art vertreten:

<i>Heterostegina costata</i> D'ORB.	<i>Serpula</i> sp.
<i>Heliastrea reussana</i> M. EDW.	<i>Membranipora</i> sp.
Unter den Echinoideen sind <i>Scutella</i> , <i>Pliolampas</i> , <i>Schizobrissus</i> und <i>Prospatangus</i> durch je eine, die für diese Fazies charakterischen, großen, dickschaligen Gattungen <i>Clypeaster</i> und <i>Echinolampas</i> zusammen durch neun Arten vertreten. Unter den Mollusken sind häufiger:	
<i>Pecten latissimus</i> BR.	<i>Panopaea menardi</i> DESH.
<i>Spondylus crassica</i> LK.	<i>Trochus patulus</i> BR.
<i>Cardium discrepans</i> BAST.	

Das sind die Arten, die in der seichteren neritischen Zone am meisten charakteristisch und in jeder Gegend verbreitet sind. Als Seltenheit kann noch die riesengroße

Pholadomya böckhi PÁVAY

erwähnt werden. Die vielen Reste von Vertebraten: *Pisces*, *Crocodylia* und *Cetacea* haben für die Faziesverhältnisse keine Bedeutung.

An der Berglehne über Mogyorópuszta lagert über einer fossilführenden tuffigen Schicht mergeliger Lithothamnienkalk, der oben in reinen Kalk übergeht. Ich fand darin eine schöne, reiche Fauna:

<i>Pecten latissimus</i> BR.	<i>Venus scalaris</i> BRONN
„ <i>malvinae</i> DUB.	<i>Meretrix erycinoides</i> LK. (?)
„ cfr. <i>incrassatus</i> PARTSCH	<i>Tapes vetula</i> BAST.
<i>Spondylus crassicosta</i> LK.	<i>Tellina lacunosa</i> CHEMN.
<i>Ostrea</i> sp.	<i>Corbula carinata</i> DUJ.
<i>Pectunculus</i> sp.	<i>Trochus patulus</i> BR.
„ <i>pilosus</i> L.	<i>Turritella archimedis</i> BRONG.
<i>Cardita</i> cfr. <i>partschii</i> GF.	„ <i>turris</i> BAST.
<i>Lucina</i> sp.	<i>Buccinum</i> sp.
„ <i>columbella</i> LK.	<i>Pyrula condita</i> BRONG.
<i>Dosinia orbicularis</i> AG.	<i>Bulla lignaria</i> L.
<i>Venus</i> sp.	<i>Dentalium</i> sp.
„ <i>multilamella</i> LK.	

Am häufigsten ist *Tapes vetula*, mit der das Gestein stellenweise ganz gefüllt ist; sie ist auch in den Korallenkalken und Leithakalken derselben Tiefenzone sehr verbreitet, also eine charakteristische Art dieser Zone. Im Gegensatz ist hier das verbreitetste Fossil der Lithothamnienkalke, *Pecten latissimus*, selten. Auffallend ist, daß die Schnecken nur im unteren, mergeligen und tuffigen Teil der Schicht zu finden sind, oben aber verschwinden.

b) Die Molluskenkalke (gewöhnlich als Leithakalke bezeichnet) sind im nordöstlichen Cserhát selten, dagegen in anderen Gegenden, wie bei Budapest, Tétény, Bia, im Mecsek-Gebirge usw. sehr verbreitet.

Zwischen Mátraszöllös und Sámsonháza fand ich Molluskenkalk in einem Aufschlusse, wo außer *Echinolampas* sp. nur Mollusken zu finden waren:

<i>Pecten</i> sp.	<i>Venus multilamella</i> LK.
„ <i>opercularis</i> L.	<i>Turritella turris</i> BAST.
„ <i>scabrellus</i> var. <i>bollenensis</i>	„ <i>archimedis</i> BRONG.
<i>Pectunculus bimaculatus</i> POLI	<i>Conus</i> sp.
(<i>pilosus</i>)	<i>Cypraea</i> sp.

Die Muscheln *Pecten opercularis* und *Pectunculus pilosus* sprechen für die Leithakalkzone; die Fauna ist aber zu einer zuverlässigen Faziesbestimmung zu arm.

Eine Molluskenkalkschicht lagert an der Berglehne gegenüber dem Sámsonházaer Várhegy, südöstlich von Mogyoróspusztá zwischen Bryozoen sand [unten] und Lithothamnienkalk [oben]. Vorherrschend sind darin die Muscheln, darunter auch *Pecten*. Ich sammelte aus dieser Schicht:

<i>Vioa</i> sp. (Bohrlöcher)	<i>Ostrea</i> sp.
<i>Clypeaster</i> sp.	<i>Pectunculus pilosus</i> L.
<i>Serpula</i> sp.	<i>Cardita</i> sp.
<i>Terebratula sinuosa</i> BR.	<i>Cardium</i> sp.
<i>Pecten latissimus</i> BR.	<i>Venus multilamella</i> LK.
„ <i>revolutus</i> MICH.	<i>Thracia corbuloides</i> DESH.
„ <i>opercularis</i> L.	<i>Corbula gibba</i> OLIVI
„ <i>scabrellus</i> var.	<i>Lithodomus</i> =Bohrlöcher
„ <i>bollenensis</i> SACC.	<i>Dentalium</i> sp.
„ <i>substriatus</i> D'ORB.	

c) In einem Vorkommenis fand ich Foraminiferenkalk im nordöstlichen Cserhát: nordöstlich von Sámsonháza im oberen Teile eines sich gegen den Várhegy öffnenden Tales. In einem Steinbruche ist hier Kalk, in dem Foraminiferen gesteinsbildend sind; außer ihnen sind noch *Pecten*- und *Echinoideen*bruchstücke darin vorhanden. In Dünnschliffen waren folgende Gena zu erkennen:

<i>Triloculina</i>	<i>Textularia</i>
<i>Quinqueloculina</i>	<i>Polystomella</i>
<i>Alveolina</i>	<i>Amphistegina</i> .

Diese Fazies reihe ich [s. Allg. Teil, Kap. VI. 9.] auch in die seichtere neritische Region ein. Mit anderen Gegenden verglichen ist dieser Foraminiferenkalk dem von Nagymaros (27⁹³) lithologisch wie faunistisch sehr ähnlich; der Alveolinenkalk von Bia ist aber sandiger und wird hauptsächlich aus den Schalen der Alveolinen aufgebaut, die hier keine größere Rolle spielen.

*

III. In der mittleren Zone der neritischen Region gibt es zwei verschiedene Fazies, die ich zuerst auch bathymetrisch voneinander zu unterscheiden versuchte (24¹² u. 17), bis meine Untersuchungen im Mecsek-Gebirge meine Ansichten änderten. Hier bilden nämlich die eine, die Bryozoenfazies, wie die andere, die Molluskenfazies, Übergänge von den seichtesten Ablagerungen zu den tieferen neritischen und bathyalen Schichten.

a) Die Bryozoenfazies ist im Cserhát sehr verbreitet, dagegen fehlt sie z. B. gänzlich bei Budapest; im Mecsek-Gebirge spielt sie wieder eine größere Rolle. Lithologisch ist sie sehr veränderlich: von reinem Kalke geht sie bis in den Ton oder in kalkigen Sand, Andesittuff enthaltenden Sand über. Die Bryozoen sind darin gesteinsbildend, zu den wichtigsten Elementen

ten der Faunen gehören aber auch die Brachiopoden und Echinodermen von kleinerer Gestalt, weil sie kaum in anderen Fazies zu finden sind und so die Bryozoenschichten sehr gut charakterisieren. Stellenweise kommen auch Dentalien und Lithothamnien massenhaft in dieser Fazies vor; die letzteren sind aber gar nicht so verbreitet wie in der seichteren Zone. Oft bilden die Bryozoenschichten langsame Übergänge zu den Lithothamnienkalken.

Die sandig-kalkigen, tuffhaltigen Bryozoenschichten an der Südseite des Meszestető-Berges [bei Mátraverebély] wurden im Allg. T., Kap. VI. 6. als Typus der Bryozoenfazies beschrieben. Diese Schichten haben eine Fortsetzung nach Nordosten und sind an der Ostseite desselben Berges über dem Dorf Szupatak auch schön aufgeschlossen. Hier lagern sie in einer Mächtigkeit von 6–10 m, stellenweise wegen des Fehlens des Andesitkomplexes unmittelbar auf dem Schliermergel. Die Verteilung der Fossilien ist sehr ungleichmässig; an einem Orte sind Muscheln (*Pecten*, *Ostrea*) oder Dentalien häufig, an einem anderen aber die Bryozoen; anderswo kommen die Bryozoen und Dentalien gemengt vor; oft ist aber das Gestein auch ganz fossilleer. Die Echinodermen sind seltener als an der Südseite des Berges und sind schlecht erhalten. Unter den Bryozoen ist hier die Gattung *Idmonea* am verbreitetsten, die aber auch in den übrigen Vorkommnissen zu den herrschenden Formen gehört. Unter den Muscheln ist das häufige Vorkommen des *Pecten revolutus* MICH. bemerkenswert; im nordöstlichen Cserhát ist er in mehreren Fazies verbreitet, während er anderswo, wie z. B. in der Umgebung von Budapest, im Mecsek-Gebirge usw. kaum zu finden ist.

Eine sehr gut erhaltene Bryozoenfauna befindet sich in den Rednek-Weingärten bei Mátraszöllös. Gestein und Fauna sind denen des Meszestető sehr ähnlich. Die häufigeren Bryozoenarten sind hier:

Scrupocellaria elliptica Rss. *Porella cervicornis* PALLAS

Cellaria fistulosa L. *Idmonea coronopus* DEFR.

In kleinerer Anzahl gibt es *Pecten*- und Echinoideenbruchstücke und Dentalien.

Südöstlich des Pachthofs Mogyoróspusztá, an der Berglehne gegenüber dem Sámsonházaer Várhegy lagern die Bryozoenschichten zwischen dem Pyroxenandesittuff und dem Molluskenkalk [s. o.]. Die Gesteinsart ist sehr verschieden, es gibt sandige, kalkige und tuffige Bänke. Die Bryozoen und Echinoideen (mittelgroße Gestalten) sind in der Fauna vorwiegend; die Mollusken sind nicht zahlreich, doch nicht so selten wie in anderen

Bryozoenschichten. *Pecten revolutus* ist wegen seiner größeren Anzahl, *Sthenorytis globosa* als Seltenheit in dem ungarischen Miozän bemerkenswert. Ich fand hier folgende Arten:

<i>Actinometra</i> sp.	<i>Schizoporella</i> sp.
<i>Cidaris</i> sp. (zahlreiche Stacheln)	<i>Mucronella</i> sp.
<i>Arbacina</i> sp.	<i>Cellepora globularis</i> BRONN
<i>Clypeaster subfolium</i> POM.	<i>Crisia subaequalis</i> RSS.
<i>Conoclypus</i> sp.	„ <i>edwardsi</i> RSS.
<i>Echinolampas subpentagonalis</i>	<i>Hornera</i> sp.
GREG.	<i>Idmonea</i> sp.
<i>Prospatangus</i> sp.	<i>Pecten revolutus</i> MICH.
„ cfr. <i>austriacus</i> LBE.	<i>Flabellipecten</i> sp.
<i>Serpula</i> sp.	<i>Chlamys</i> sp.
<i>Terebratula</i> sp.	<i>Ostrea</i> sp.
„ <i>sinuosa</i> BR.	„ <i>frondosa</i> DE SERR.
<i>Membranipora</i> sp.	<i>Anomia ephippium</i> L.
<i>Onychocella angulosa</i> RSS.	<i>Venus</i> sp.
<i>Cellaria fistulosa</i> L.	<i>Sthenorytis globosa</i> DE BON. var.
<i>Retepora cellulosa</i> SMT.	

Sehr schön sind die Bryozoenschichten in der Schlucht der Kis-Zagyva aufgeschlossen. Über der zweiten Lithothamnienkalkschicht lagert gelblicher Bryozoensand, darüber folgt grober, brauner, fossilieerer Sand. Der Bryozoensand ist ungefähr 3 m mächtig; er besteht aus drei Bänken. Die untere ist ziemlich kalkig und enthält viele kleine, verästelte Bryozoen, dann Dentalien und Lithothamnien. In der mittleren Bank sind die Fossilien sehr selten. In der oberen aber sind außer den verästelten Bryozoen auch die größeren, knolligen und inkrustierenden Arten verbreitet. Es befanden sich darin:

<i>Quinqueloculina</i> sp.	<i>Scutella vindobonensis</i> LBE.
<i>Polymorphina</i> sp.	<i>Echinolampas</i> sp.
<i>Globigerina oulloides</i> D'ORB.	<i>Leiocidaris</i> cfr. <i>sismondai</i> MAY.
<i>Rotalia</i> sp.	<i>Serpula</i> sp.
<i>Truncatulina</i> sp.	<i>Membranipora</i> sp.
„ <i>bouéana</i> D'ORB.	<i>Scrupocellaria elliptica</i> RSS.
„ <i>haidingeri</i> D'ORB.	<i>Cellaria fistulosa</i> L.
<i>Amphistegina hauerina</i> D'ORB.	<i>Tubucellaria cereoides</i> E. et S.
<i>Cidaris</i> sp.	<i>Retepora cellulosa</i> SMITT.
„ <i>zeamays</i> SISML.	<i>Crisia</i> sp.

Crisia edwardsi RSS.*Idmonea* sp.„ *coronopus* DEFR.*Pecten latissimus* BR.„ *scabrellus* var.*bollenensis* SACC.*Flabellipecten* sp.*Spondylus crassicosta* LK.*Ostrea* sp.*Dentalium* sp.„ *incurvum* REN.

Unter den Foraminiferen ist *Amphistegina hauerina* am häufigsten; die Foraminiferenfauna ist noch die der Flachsee, doch nicht mehr so arm wie die der Lithothamnienkalke [dementsprechend s. (1)]. *Scutella* und *Echinolampas* gehören zwar zu den charakteristischen Gattungen der seichteren neritischen Region, die übrigen Fossilien entsprechen aber gut der Bryozoenfazies.

Reinen Bryozoenkalkstein kenne ich im nordöstlichen Cserhát nur an einer Fundstelle: nördlich von Mátraverebély gegen Szentkút, noch an der Südseite des Hügelzuges. Das Gestein ist voll kleiner verästelter Bryozoen, hauptsächlich *Idmonea* und *Retepora cellulosa*; *Amphistegina hauerina* D'ORB. ist darin auch häufig.

Aus dem Steinbruch von Mátraszöllös hat ST. VITÁLIS (37) die Fauna eines bläulich-gelblichen Tones beschrieben. Es gibt darin eine sehr reiche Fauna, stellenweise ist sie ganz lumachellenartig. Mir scheint diese Bildung einen Übergang zwischen der Lithothamnien- und der Bryozoenfazies zu bilden. Unter den Foraminiferen tritt *Heterostegina costata* D'ORB. massenhaft auf. Die Echinodermenfauna zeigt am besten den Übergang zwischen den beiden Fazies: von den charakteristischen Formen der Leithakalke ist *Clypeaster* noch ziemlich häufig, *Echinolampas* dagegen nicht mehr vertreten; andererseits sind auch die kleinen Echinodermen der Bryozoenfazies: Crinoideen, Cidariden und Echiniden, wie

*Antedon**Cidaris zeamays* SISM.„ *melitensis* FORB.*Centrostephanus**Prionechinus**Arbacina*

vorhanden. Die Bryozoen sind zahlreich, doch hauptsächlich die inkrustierenden Formen. Die Brachiopoden werden durch die Gattungen *Cistella*, *Terebratulina*, *Terebratula* [kleine Gestalten] vertreten. Die Gastropoden spielen keine Rolle; die Muscheln sind die der Lithothamnienzone: *Pecten latissimus* BR., *Ostrea*, *Spondylus crassicosta* LK.; nur die kleinen *Chlamys*-Arten sind auch in der Bryozoenfazies heimisch. Die Balanen sind sehr häufig, die Lithothamnien nicht selten. So scheinen also zwei Lebensge-

meinschaften in dieser Schicht gemischt zu sein: die Bryozoen, Brachiopoden, kleinere Echinodermen sprechen für die Bryozoenfazies, die Muscheln, große *Clypeaster*-Arten und Lithothamnien für die seichtere Zone der neritischen Region.

Östlich von Tótmarokháza, an dem Wege nach Szupatak, fand E. NOSZKY eine Dentalienschicht, in der keine anderen Fossilien vorkommen. Da die Dentalien gewöhnlich in der Bryozoenfazies eine größere Rolle spielen, so z. B. in der Kis-Zagyva-Schlucht und an der Ostseite des Meszestető-Berges sozusagen gesteinsbildend in dieser Fazies vorkommen, rechne ich auch diese Bildung zu der Bryozoenfazies.

b) Die sandige Molluskenfazies besitzt keine charakteristische Lebensgemeinschaft und darum fällt es schwer, sie in die Tiefenzonen einzuteilen. Die Faunen der hiesigen Vorkommnisse sind einander ähnlich genug. Ihre Hauptcharaktere sind, daß unter den Mollusken noch viele Leitformen der seichteren neritischen Faunen vorhanden sind und auch viele tiefere neritische Arten [s. Allg. Teil, Kap. VI. 7. und VIII.] Die Unterscheidung der mittleren und tieferen Zone ist mangels bestimmter Lebensgemeinschaften, nach der Proportion der Mollusken der bekannten seichteren und tieferen Fazies willkürlich. Mir schienen die folgenden Faunen weniger Tiefseearten zu enthalten als die sog. «höheren marinen Tegel» [tiefere Zone] und so betrachte ich sie als der mittleren neritischen Zone angehörig.

Die reichsten Fundstätten dieser Fazies sind im kalkigen Sand an der Westseite des Meszestető-Berges neben der Szent László-Quelle. Der Sand liegt auf dem Andesittuff. E. NOSZKY beschrieb 140 Arten davon (38), darunter sind charakteristische Arten der seichtesten Fazies, wie

Perna soldanii DESH.

Tellina lacunosa CHEMN.

Pecten latissimus BR.

Trochus patulus BR.

Pectunculus pilosus L.

Lithothamnium ramosissimum RSS.

Lucina columbella LK.

und Tiefseearten, wie

Lucina multilamellata DESH.

Pleurotoma crispata JAN.

Corbula gibba OLIVI

„ *suessi* HOERN.

Turritella turris BAST.

Ringicula buccinea DESH.

Chenopus pespelecani PHIL.

Adeorbis woodi HOERN.;

Pleurotoma sabinae H. ET AU.

außerdem sind noch die folgenden häufig:

Teredo norvegica SPENG.*Conus dujardini* DESH.*Corbula carinata* DUY.*Ancillaria glandiformis* LK.*Cardita schwabenaui* HOERN.

Wenn wir diese Faunen mit denen des Wiener Beckens vergleichen, sehen wir, daß die Mehrzahl der Arten denen von Steinabrunn und Pötzleinsdorf entspricht. Es ist möglich, daß einige Fossilien aus den nahen Lithothamnienkalken dieser Fauna beigeigement wurden.

Ein anderes Vorkommen dieser Fazies liegt bei Tótmarokháza, wo der über dem Andesittuff lagernde feine, kalkige Sand eine sehr gut erhaltene Molluskenfauna enthält. Zuerst hat F. SCHAFARZIK diese Lokalität beschrieben (36); später hat hier E. NOSZKY ca. 130 Arten gesammelt. Seine Faunenliste wurde noch nicht veröffentlicht; mit seiner Erlaubnis führe ich hier einige Arten dieser Fauna an:

Ostrea frondosa DE SERR.*Turritella turris* BAST.*Nucula nucleus* L.*Chenopus pespelecani* PHIL.*Cardita partschi* GF.*Cerithium vulgatum* BRUG.„ *schwabenaui* HOERN.„ *crenatum* BR.*Chama gryphoides* L.*Columbella curta* BELL.*Diplodonta trigonula* BRONN.*Buccinum brugadinum* GRAT.*Ervilia pusilla* PHIL.*Voluta rarispina* LK.*Circe eximia* HOERN.*Ancillaria glandiformis* LK.*Corbula gibba* OLIVI*Terebra basteroti* NYST„ *basteroti* HOERN.*Pleurotoma granulata* MUNST.*Natica millepunctata* LK.„ *sabinae* H. et AU.*Neritina picta* FER.*Conus fuscocingulatus* BRONN„ *distorta* HOERN.„ *dujardini* DESH.*Rissoina nereina* D'ORB.*Ringicula buccinea* DESH.*Eulima lactea* D'ORB.

In dieser Fauna fehlt schon der größte Teil der ausgesprochenen Seichtwasserelemente; das Fehlen des *Pecten latissimus*, *Spondylus crassicauda*, *Perna* usw. unterscheidet sie von der vorigen Fauna, der sie übrigens sehr ähnlich ist. Es ist fraglich, ob diese Bildung nicht in die tiefere neritische Zone gehört. Ihre Ähnlichkeit mit den Pötzleinsdorfer Schichten des Wiener Beckens hat schon F. SCHAFARZIK (36) betont.

In den Gräben an der Westseite des Halastó-Berges [südlich von Tótmarokháza] sind gelbliche, tuffhaltige Sandschichten aufgeschlossen; darin kommen reiche Faunen vor, die der von Tótmarokháza sehr ähnlich

sind. In der Sammlung der Bergwerksdirektion von Salgótarján befindet sich ein reiches Material davon.

Über dem Pachthof Mogyorópuszta fand ich an der Berglehne eine Fauna dieser Fazies in dem sandigen Pyroxenandesittuffe:

Silicispongien=Nadeln	<i>Columbella curta</i> BELL.
<i>Pectunculus pilosus</i> L.	<i>Buccinum</i> sp.
<i>Lucina dentata</i> BAST.	„ <i>hörnési</i> SEMP.
<i>Cardium</i> sp.	„ <i>reticulatum</i> L.
<i>Cardita</i> sp.	<i>Tudicla</i> cfr. <i>rusticula</i> BAST.
<i>Venus</i> sp.	<i>Mitra</i> sp.
„ <i>basteroti</i> DESH.	<i>Voluta ficulina</i> LK.
<i>Corbula gibba</i> OLIVI	<i>Ancillaria glandiformis</i> LK.
<i>Neritina distorta</i> HORN.	<i>Terebra fuscata</i> BR.
<i>Turritella turris</i> BAST.	<i>Pleurotoma sabinæ</i> H. et AU.
<i>Cerithium crenatum</i> BR.	<i>Conus</i> sp.
<i>Strombus nodosus</i> BORS. forma	„ <i>fuscocingulatus</i> BRONN
<i>subcancellata</i> GRAT.	<i>Ringicula buccinea</i> DESH.

Auch in dieser Fauna fehlen die großen, dickschaligen Mollusken der seichteren neritischen Region, doch fehlen auch die charakteristischen Arten der tieferen Fazies.

*

IV. In der tieferen Zone der neritischen Region treten die Seichtwasserformen in den Hintergrund und es erscheint schon ein großer Teil der bathyalen Arten. Wenn auch keine bestimmte Lebensgemeinschaft darin vorkommt, sind ihre Faunencharaktere doch hauptsächlich wegen ihrer reichen Vorkommnisse im Wiener Becken, unter dem Namen «höhere marine Tegel» gut bekannt. Unsere Faunen bleiben aber in Hinsicht auf den Reichtum weit hinter den österreichischen zurück.

Eine Fundstätte liegt auf dem nordöstlichen Teile des Meszestető-Berges neben dem nach Szupatak führenden Fahrwege. Auf dem Schlier liegt hier eine ganz dünne Andesittuffschicht und darüber der kalkige Ton, in dem ich die folgenden Arten fand:

<i>Echinolampas</i> sp.	+ <i>Leda fragilis</i> CHEMN.
<i>Serpula</i> sp.	+ <i>Nucula nucleus</i> L.
<i>Pecten</i> sp.	<i>Lucina</i> sp.
„ <i>revolutus</i> MICH.	„ <i>columbella</i> LK.
<i>Anomia ephippium</i> L	<i>Cardium</i> sp.

<i>Cardium multicoatum</i> BR.	+ <i>Chenopus pespelecani</i> PHIL.
+ <i>Venus multilamella</i> LK.	+ <i>Buccinum</i> sp.
+ <i>Corbula gibba</i> OLIVI	+ <i>Murex partschi</i> HORN.
<i>Lutraria oblonga</i> CHEMN.	<i>Conus fuscocingulatus</i> BRONN
+ <i>Natica helicina</i> BR.	+ <i>Ringicula buccinea</i> DESH.
<i>Turritella archimedis</i> BRONG.	+ <i>Vaginella depressa</i> DAUD.
+ „ <i>turris</i> BAST.	<i>Dentalium</i> sp.
„ <i>vermicularis</i> BR.	

Die Seichtwassermollusken spielen hier eine sehr kleine Rolle; die größere Tiefe wird hauptsächlich durch die mit + bezeichneten Arten angedeutet.

Nördlich von der Szent László-Quelle, an dem Tótmarokházaer Fahrwege liegen tonige Schichten über den Leithakalken. Ihr stratigraphischer Zusammenhang mit dem oben behandelten Ton ist nicht klar. Sie scheinen aber einem höheren Niveau zu entsprechen. Bei keinem der beiden ist das Hangende sichtbar. Die hiesigen Tonschichten sind schon weniger kalkig, jedoch zäh und lassen sich schwer schlämmen. Die Fauna entspricht völlig denen der höheren marinen Tegel. Z. B. mit der Grinzing Fauna stimmen neun Zehntel der Mollusken überein. Im unteren Teile sind die Austern sehr häufig, darüber folgt die beste fossilführende Schicht, darüber härterer Ton mit vielen *Chlamys* und zunächst wieder eine der zweiten ähnliche Schicht. Es kommen darin vor:

<i>Pecten cristatus</i> BRONN	<i>Aspergyllum miocenicum</i> VAD.
<i>Chlamys</i> sp.	<i>Turritella archimedis</i> BRONG.
<i>Ostrea</i> sp.	„ <i>turris</i> BAST.
<i>Leda fragilis</i> CHEMN.	<i>Natica helicina</i> BR.
<i>Arca diluvii</i> LK.	<i>Chenopus pespelecani</i> PHIL.
<i>Limopsis anomala</i> EICHW.	<i>Cassis saburon</i> LK.
<i>Lucina multilamellata</i> DESH.	<i>Buccinum</i> sp.
<i>Venus</i> sp.	<i>Dentalium</i> sp.
„ <i>multilamella</i> LK.	„ <i>novemcostatum</i> LK.
<i>Corbula</i> sp.	„ cfr. <i>incurvum</i> REN.
„ <i>gibba</i> OLIVI	<i>Vaginella depressa</i> DAUD.
„ „ var. <i>curta</i> LOC.	

Südöstlich von Mogyorópuszta, zwischen dem Sámsonházaer Várhegy und der Kote 379 bilden gräulich-blaue Tonschichten den oberen Teil des Obermediterrans. Die Tonschichten liegen beinahe horizontal und sind durch einen ostwestlichen Graben gut aufgeschlossen. Die Versteinerungen

sind darin sehr ungleichmässig verteilt: an einigen Stellen ist der Ton fossilleer, an anderen wieder enthält er eine sehr reiche Fauna:

Pecten cristatus BRONN

Chlamys sp.

Modiola sp.

„ *hörnesi* RSS.

Leda fragilis CHEMN.

Arca sp.

„ *diluvii* LK.

Pectunculus pilosus L.

Lucina sp.

„ *dujardini* DESH.

Cardium fragile BR.

„ cfr. *micelotti* MAY.

Venus sp.

„ *multilamella* LK.

Meretrix sp.

„ *italica*

Tellina sp.

Tellina cfr. *donacina* L.

Syndesmya sp.

Solen legumen (*Pharus*) L.

Lutraria sp.

Corbula carinata DUJ.

„ *gibba* OLIVI

„ „ „ var. *curta* LOC.

Calyptrea chinensis L.

Natica helicina BR.

Turritella sp.

„ *archimedis* BRONG.

„ *turris* BAST.

Chenopus pespelecani PHIL.

Pyrula condita BRONG.

Nassa sp.

Murex sp.

Dentalium pls. sp.

Die Mollusken sind hauptsächlich nur als Steinkerne erhalten. Die herrschenden Arten sind: *Chenopus pespelecani*, *Corbula gibba*, *Leda*, *Lucina*, *Pecten cristatus*.

Ähnlicher Ton ist etwas weiter nordwestlich in einer Wasserrinne am Fusse des Berges aufgeschlossen. Das Gestein ist weniger kalkig, läßt sich leichter schlämmen. Die Fauna ist der anderen sehr ähnlich, die herrschenden Arten sind aber: *Venus multilamella*, *Turritella turris*, *Turritella archimedis* und *Chenopus pespelecani*; also nur der letztere ist den herrschenden Formen der anderen Fauna gemeinsam. Ich fand 33 Arten an dieser Lokalität:

Textularia sp.

„ cfr. *deperdita* D'ORB.

Cristellaria sp.

Orbulina universa D'ORB.

Globigerina bulloides D'ORB.

Rotalia sp.

Truncatulina sp.

Pecten sp.

Pecten cristatus BRONN

„ *revolutus* MICH.

Ostrea sp.

Leda fragilis CHEMN.

Arca diluvii LK.

Pectunculus pilosus L.

Lucina sp.

„ *dujardini* DESH.

Lucina columbella LK.

Cardium multicostratum BR.

Venus sp.

„ *cincta* EICHW.

„ *multilamella* LK.

„ *islandicoides* LK. (*Meretrix*)

Donax sp.

Corbula gibba OLIV.

„ *carinata* DUJ.

Calyptrea chinensis L. (?)

Natica helicina BR.

Turritella archimedis BRONG.

„ *turris* BAST.

Chenopus pespelecani PHIL.

Murex sp.

„ *partschi* HORN.

Dentalium sp.

Die Seichtwassermollusken sind schon ziemlich selten [wie z. B. *Pectunculus pilosus*, *Lucina columbella*]; unter den Foraminiferen sind *Orbulina* und *Globigerina* schon vorhanden, jedoch nicht in großer Anzahl und die reiche Tiefwasserforaminiferenfauna ist noch nicht zu finden. Diese Bildungen erreichen also die Tiefe der Pleurotomeentone noch nicht.

*

V. In die seichtere Zone der bathyalen Region ist die Badener Tegelfazies, in die tiefere Zone der Schlier einzuteilen. In unserem Gebiet gehört außer dem Schlier nur eine Tortonfauna in die seichtere bathyale Zone. Die Fazies des normalen Schliers behandle ich später; in den oberen Schichten des Schliers kommen aber an einigen Orten solche Fossilien vor, die eine kleinere Meerestiefe bedingen; diese reihe ich mit Vorbehalt in die seichtere bathyale Zone.

Am Südfusse der Kote 379 geht oben der eben behandelte Ton in feine gelbe, etwas sandige Tonschichten über. Daraus sammelte ich eine an Individuen sehr reiche Fauna.

Quinqueloculina akneriana D'ORB.

Textularia sp.

Glandulina sp.

Cristellaria calcar L.

Polymorphina acuta D'ORB.

Orbulina universa D'ORB.

„ „ var. *bilobata* D'ORB.

Globigerina bulloides D'ORB.

„ „ var. *trilobata* RSS.

„ *quadrilobata* D'ORB.

Rotalia sp.

Nonionina communis D'ORB.

Cidaris sp.

Pecten cristatus BRONN.

„ *scabrellus* var. *bollenensis*

SACC.

Flabellipecten sp.

Ostrea (Pycnodonta) sp.

Arca diluvii LK.

Erycina sp.

Venus sp.

„ *multilamella* LK.

„ ex. aff. *broccii* DESH.

Natica helicina BR.

Turritella turris BAST.

Chenopus pespelecani PHIL.

Nassa sp.*Fusus* sp.*Mitra* sp.„ cfr. *striatula* Br.*Conus* sp.*Dentalium badense* PARTSCH

Ostracoden.

Die Lebensgemeinschaft der Pleurotomeentone läßt sich darin nicht erkennen, doch sind alle Arten so, daß sie auch in diesen, sicher bathyalen Lebensgemeinschaften vorkommen und hauptsächlich da heimisch sind. Die weitaus überwiegenden Arten sind: *Pecten cristatus*, *Natica helicina*, *Dentalium badense*; diese sind auch in den typischen bathyalen Pleurotomeentonon sehr häufig. Die neritischen Elemente fehlen im Gegensatz zu den Ablagerungen der tieferen neritischen Zone. Die Foraminiferenfauna, mit *Polymorphina*, zahlreichen *Cristellaria*, *Orbulina*, *Globigerina* ist auch der Badener Tegelfazies von Österreich ähnlich.

Nur der Reichtum der Fauna bleibt weit hinter dem der Badener; umso reiner ist aber die Fazies. A. GRESSLY hielt (40a11) die reichsten Faunen für die reinsten Faziesfaunen; dies ist gar nicht so. In den reichen Fundstätten, wo die Lebensverhältnisse wahrscheinlich nicht sehr spezialisiert waren, konnten mehrere, auch in jener Tiefe nicht heimische Arten leben. So sind die reichen Faunen [z. B. von Baden] gewöhnlich nicht frei von den Elementen anderer Fazies, wohl aber die ärmeren Faunen.

E. NOSZKY veröffentlichte (38) aus den oberen Schichten des Schliers zwei interessante Faunulen. Am Südwestfusse des Koklica-Berges neben Tótmarokháza ist der Schlier in einem Graben aufgeschlossen. Sein unterer Teil ist fossilieer, darüber finden sich aber unmittelbar über dem An-desittuff schlecht erhaltene Fossilien im Tonmergel:

Venus multilamella LK.*Turritella turris* BAST.*Pyrula condita* BRONG.*Dentalium bouéi* DESH.

An der Ostseite des Meszestető-Berges westlich vom Dorfe Szupatak fand er gleichfalls in den obersten Teilen des Schliermergels die folgenden Mollusken:

Venus multilamella LK.*Corbula carinata* DUY.*Tellina* sp.*Turritella archimedis* BRONG.*Lucina* sp.*Calyptrea chinensis* L.

Auf Grund dieser Faunulen erklärte E. NOSZKY diese Schichten für obermediterran im Gegensatz zu dem typischen Schlier, den man in Ungarn als Untermediterran zu betrachten pflegte. Diese Schichten gehören wirklich zum Obermediterran. Da aber der ganze Schlier unbedingt in die Helvet-

stufe zu rechnen ist [s. z. B. (16)]. sollen diese oberen Schichten dem Alter nach von dem Hauptteil des Schliers nicht, wohl aber in Bezug auf die Fazies getrennt werden. Die Formen, die die Eigenartigkeit der Schlierfaunen geben und die als charakteristische Tiefseearten zu betrachten sind [s. u.], fehlen in diesen oberen Schichten. Die oben aufgezählten Arten sind die der mittleren Tiefen; vom mittleren Teil der neritischen Region bis in die seichtere bathyale Zone können sie wohl vorkommen; die genauere Stelle läßt sich wegen der Armut der Faunen nicht bestimmt entscheiden. Es ist also klar, daß diese Bildungen aus seichterem Wasser stammen als der tiefbathyale typische Schlier. Ob er aber in das Neritikum oder in die seichtere Zone der bathyalen Region gehört, ist fraglich. Voraussetzungswise teile ich sie der letzteren zu, weil sie lithologisch dem typischen Schlier so sehr ähneln, daß sie bathymetrisch nicht weit von ihm abstecken können.

Die Fazies des Schliers behandle ich ausführlich bei dem Miozän des Mecsek-Gebirges.

Umgebung von Budapest.

Das Plateau von Tétény [Tettinger Heide] südwestlich von Ungarns Hauptstadt ist zum großen Teil aus Obermediterranschichten aufgebaut. Diese Stufe ist hier vorwiegend als Leithakalk ausgebildet, doch in sehr verschiedenartigen Fazies (25 u. 26). Anderswo pflegen die Leithakalkbildungen ziemlich einförmig zu sein, hauptsächlich die Lithothamnienkalke. Schon im Cserhát versuchte ich noch weitere Unterscheidungen zwischen den Leithakalkbildungen zu machen; die hiesigen sind von denen des Cserhát-Gebirges ziemlich verschieden.

I. Die überwiegende Mehrzahl der Vorkommnisse hat sich als seichterisch erwiesen, jedoch am Rande des Tortongebiets an drei voneinander weit entfernt liegenden Punkten: im Einschnitt des Militärweges zwischen Kamaraerdő und Kőerberek, bei Bia und am Sidonien-Berg an der Südseite des Plateaus kommen litorale Bildungen vor.

Bei Bia bilden den unteren Teil des wohlbekannten Obermediterrankommisses (41) kalkig-sandige Schichten. Diese Schichten bilden den unteren, weniger steilen Teil des Abhanges und sind nur in einem Graben zu beobachten. Versteinerungen befinden sich nur zerstreut darin. Nur in der Mitte, in grauen tonigen und sandigen Schichten (Horizont 3. von

HANTKEN) kommt eine reichere Fauna vor. In dem unteren, tonigen Teile fand ich viele *Schizaster*-Reste, in dem oberen, kalkigen Sand ist aber eine reichere Fauna vorhanden:

<i>Avicula phalanacea</i> LK.	<i>Tellina lacunosa</i> CHEMN.
<i>Ostrea lamellosa</i> BR.	<i>Lutraria</i> sp.
<i>Anomia ephippium</i> L.	<i>Panopaea menardi</i> DESH.
„ „ var. <i>costata</i> BR.	<i>Pholadomya</i> sp.
„ „ var. <i>pseudopecten</i> SACC.	„ <i>alpina</i> MATCH.
<i>Cardium</i> sp.	<i>Thracia</i> sp.
„ <i>hians</i> BR.	„ <i>pubescens</i> PULTN.
„ <i>turonicum</i> MAY.	<i>Trochus patulus</i> BR.
<i>Venus islandicoides</i> LK.	<i>Turritella archimedis</i> BRONG.
„ „ var.	„ <i>turris</i> BAST.
<i>Cytherea (Meretrix)</i> sp.	<i>Pyrula condita</i> BRONG.
<i>Tapes vetula</i> BAST.	<i>Conus</i> sp.

Diese Fauna stimmt unter allen Miozänschichten am besten mit der von Gauderndorf überein. Diese Ähnlichkeit kann nur durch die Fazies verursacht werden, nicht durch das Alter: die Gauderndorfer Schichten sind untermediterran, die von Bia obermediterran. In diesen Faunen herrschen die größeren aragonitschaligen, grabenden Muscheln; unter denen kommen bei Gauderndorf, wie bei Bia vor:

Cardium hians BR., *Venus islandicoides* LK., *Tapes vetula* BAST., *Tellina lacunosa* CHEMN., *Panopaea menardi* DESH., *Lutraria*; es sind vorhanden bei Bia, jedoch nicht bei Gauderndorf: *Pholadomya alpina* MATCH., *Thracia pubescens* PULTN.

Bei Gauderndorf spielen eine große Rolle, bei Bia aber fehlen: *Psammobia labordei*, *Mastra buclandi*, *Tapes basteroti*, *Cardium hoernesianum*, die charakteristische untermediterrane Arten sind, also nicht wegen der Fazies, sondern des Alters wegen fehlen müssen. Wie wir aber im allgemeinen Teile sahen (Kap. VI. 1.), ist diese Lebensgemeinschaft für sehr kleine Meerestiefen charakteristisch und wo diese grabenden Muscheln herrschen, muß man litorale Bildungen voraussetzen. Diese Schicht gehört also, wie die Gauderndorfer Schichten, in die litorale Region.

Am Nordrand des Tétényer Plateaus, zwischen dem Kammerwald und dem Kőerberek-Tal sind im Einschnitt des Weges, der zu dem Militärschießstand führt, die Obermediterranschichten gut aufgeschlossen. Diese

von E. LORENTHEY beschriebene Lokalität (42) weist im Obermediterran vier Horizonte auf. Die 2.—4. bestehen aus grobem, schotterhaltigem, mergeligem Kalkstein, welcher eine sehr interessante Fauna enthält: mehrere Arten kommen in Ungarn sonst nicht, oder nur sehr selten vor. Die Fauna der zweiten Schicht ist die folgende:

Alveolina melo D'ORB.

Heliastrea sp.

Cidaris desmoulinsi SISM.

„ *schwabenau* LBE.

Cellepora globularis RSS.

Pecten aduncus EICHW.

Lithophagus lithophagus L.

Pectunculus obtusatus PARTSCH.

Cypricardia transylvanica HORN.

Venus clathrata DUL.

Saxicava arctica L.

Gastrochaena dubia PENN.

„ *intermedia* HORN.

Jouannetiasemicaudata DESM.

Haliotis ovata BON.

Cypraea leporina LK.

Decapoden-Krebse.

LORENTHEY hat angenommen (43), daß diese Schichten Riffbildungen wären. Das Gestein ist aber keineswegs aus Riffbildnern aufgebaut, die Lagerung ist gar nicht riffartig, sondern eine ganz normale Schicht; in der Fauna spricht kein Element für die Rifffazies; der Schottergehalt des Kalkes stimmt zu der vorausgesetzten Riffnatur des Gesteines auch nicht. Die häufigen Bohrmuscheln sind auch keine sicheren Riffbewohner (wie LORENTHEY annimmt): sie können an jedem Ufer mit hartem Boden vorkommen und wenn sie in so großer Anzahl wie hier zu finden sind, dann sind sie direkt als Beweise der litoralen Fazies zu betrachten [Allg. Teil, Kap. VI. 2.].

Eine dem sehr verbreiteten Molluskenkalke nahestehende Bildung befindet sich am Südrand des Tétényer Plateaus, am Südfusse des Sidonien-Berges. Hier sammelte ich aus dem kieselschotterhaltigen, groben Kalkstein folgende Arten:

Miliola sp.

Alveolina melo D'ORB.

Rotalia sp.

Echinolampas cfr. *hemisphaer-*

icus LK.

Serpula sp.

Lima sp.

Pecten aduncus EICH.

„ *leythaianus* PARTSCH

Ostrea lamellosa BR.

Arca sp.

Pectunculus pilosus L.

Lucina sp.

„ *columbella* LK.

„ *leonina* BAST.

Cardita jouanneti BAST.

Cardium discrepans BAST.

„ *edule* L.

<i>Cardium hians</i> BR.	<i>Turritella vermicularis</i> BR.
„ <i>turonicum</i> MAY.	<i>Strombus coronatus</i> DEFR.
<i>Venus</i> cfr. <i>haidingeri</i> HORN.	<i>Fusus valenciennesi</i> GRAT.
„ <i>multilamella</i> LK.	<i>Tudicla rusticula</i> BAST.
<i>Tapes vetula</i> BAST.	<i>Ancillaria glandiformis</i> LK.
<i>Panopaea menardi</i> DESH.	<i>Conus (Lithoconus)</i> sp.
<i>Turritella archimedis</i> BRONG.	„ „ cfr. <i>ponderosus</i> BR.
„ <i>turris</i> BAST.	<i>Conus (Chelyconus)</i> cfr. <i>puschi</i> MICH.

Es ist auffallend, daß in dieser Fauna neben typischen Leithakalkversteinerungen auch folgende, d'ieser Fazies fremde Arten vorkommen, nämlich *Fusus valenciennesi*, *Ancillaria glandiformis*, *Tudicla rusticula* und *Cardita jouanneti*. Da diese Arten teilweise auch Bewohner mittlerer und größerer neritischer Tiefen sind, dürfte man vermuten, daß es sich hier um Schichten aus größeren Meerestiefen als die normalen Leithakalke handelt. Trotzdem aber ist es nicht so, worauf auch die Gesteinsart hinweist. In der angegebenen Fauna sind jene Arten vorhanden, die in größeren Tiefen nicht mehr zu finden sind. Die erwähnten, fremden Arten aber sind nicht auf die Tiefe angewiesen, sondern vielmehr auf die Mannigfaltigkeit der Lebensumstände, auf die lebhaftere Bewegung des Wassers, infolgedessen die Ernährung erleichtert, ihre Lebensverhältnisse also günstigere waren; sie treten immer nur in reichen Faunen auf, wo also die Lebensverhältnisse nicht nur für einige spezielle Formen günstig waren. Im Cserhát hatte ich ebenfalls Gelegenheit, ähnliche Beobachtungen anzustellen. In einer Bildung (in der Pernenbank am Nordabhange des Várhegy von Sámsonháza), die wahrscheinlich in gleichmäßig seichtem Meere entstanden ist, wie der Kalk am Sidonien-Berg fand ich eine ähnliche reiche Fauna mit ihrer fremdartigen Schneckenbegleitung, wie am Sidonien-Berge. Die überwiegende Mehrzahl der Fauna beweist, daß diese Ablagerung gar nicht weit von der ersten neritischen Zone stehen kann; nach den obigen Gründen vermute ich ihre Stellung an der Grenze der litoralen und der seichteren neritischen Zone.

II. Die übrigen Vorkommnisse sind alle als Fazies seicht-neritischer Grobkalke und Kalksande erwiesen. Die gewöhnlichste Fazies ist hier der sog. Molluskalk, ein an Muscheln und weniger an Schneckenpetrefakten reicher Grobkalk. Seine Fauna ist an verschiedenen Fundorten fast gleich; sie besteht hauptsächlich aus großen, dickschaligen Mollusken und enthält auch oft große Echinodermen. Die wichtigsten Fossilien dieser Fazies sind

Pecten leythaianus, *Pecten aduncus*, *Cardium turoicum*, *Cardium discrepans*, *Lucina leonina*, *Tellina lacunosa*, *Trochus patulus*. Die Angehörigkeit dieser Faunen zur seichteren neritischen Zone ist sicher und läßt sich an vielen Orten beweisen, wo sie in den Lithothamnienkalken und Korallenkalken in derselben Zusammensetzung wie hier vorkommen (z. B. im Mecsek-Gebirge). In der seichteren Zone der neritischen Region sind also hier diese Molluskenkalke die wichtigsten Bildungen, während im Cserhát-Gebirge die Lithothamnienkalke diese Rolle übernehmen; im Mecsek-Gebirge sind die beiden gemengt.

Zu dieser Fazies gehören jene Schichten, welche gegen die Mitte des Tétényer Plateaus in dem Schützengraben zu sehen sind; ihre Fauna wurde von F. SCHAFARZIK beschrieben. Die unterste aufgeschlossene Schicht ist hier Kalksand. Auf sie folgt eine dünne Schicht Molluskenkalk, darauf wieder Kalksand, oben abermals Grobkalk und unmittelbar unter dem Sarmafikum liegt noch eine sehr harte, fossilere Kalkbank.

Die Biaer *Pecten*-Schichten sind diesen ganz gleich. Aus ihrer Fauna können angeführt werden:

<i>Miliola</i> sp.	<i>Lucina columbella</i> L.
<i>Alveolina melo</i> D'ORB.	„ <i>leonina</i> BAST.
<i>Polystomella crispa</i> L.	<i>Cardium edule</i> L.
<i>Scutella vindobonensis</i> LBE.	„ <i>turoicum</i> MAY.
<i>Echinolampas hemisphaericus</i> LK.	„ <i>hians</i> BR.
„ cfr. <i>italicus</i>	„ <i>discrepans</i> BAST.
<i>Pinna pectinata</i> BR.	<i>Venus multilamella</i> LK.
<i>Pecten aduncus</i> EICHW.	<i>Tapes vetula</i> BAST.
„ <i>leythaianus</i> PARTSCH	<i>Tellina lacunosa</i> CHEMN.
<i>Ostrea lamellosa</i> BR.	<i>Lutraria</i> sp.
<i>Anomia ephippium</i> L.	<i>Panopaea menardi</i> DESH.
<i>Lithophagus avitensis</i> MAY.	<i>Trochus patulus</i> BR.
<i>Pectunculus pilosus</i> L.	<i>Turritella archimedis</i> BRONG.
<i>Arca diluvii</i> LK.	<i>Voluta taurina</i> BON.

In dieser Fazies kommen neben der Molluskenfauna in kleineren Lagen häufig auch Echinoideen vor. Am meisten bekannt ist der von M. v. HANTKEN benannte «Echinodermenhorizont» (41) von Bia, für den ich den Namen *Scutella vindobonensis*-Horizont bevorzuge (26). Die Scutellen kommen darin beinahe in gesteinsbildender Menge vor, andere Echinoideen sind aber ziemlich selten. Übrigens ist die Fauna der normalen Mol-

luskenkalke ganz ähnlich; es kommt darin der größte Teil der aus der *Pecten*-Schicht aufgezählten Arten vor und außerdem noch:

<i>Alveolina hauerina</i> D'ORB.	<i>Cardium edule</i> var. <i>contortula</i> SACC.
<i>Schizaster</i> sp.	<i>Venus (Meretrix) islandicoides</i> LK.
<i>Prospatangus</i> sp.	<i>Thracia</i> sp.
<i>Serpula</i> sp.	<i>Aspergyllum miocenicum</i> VAD.
<i>Avicula phalaenacea</i> LK.	<i>Natica josephinia</i> RISS.
<i>Spondylus crassicosta</i> LK.	<i>Cerithium duboisi</i> HORN. (<i>lignitarum</i>)
<i>Ostrea digitalina</i> DUB.	<i>Cypraea globosa</i> BR.
<i>Pectunculus obtusatus</i> PARTSCH	<i>Terebra pertusa</i> BAST.
<i>Arca turonica</i> DUJ.	<i>Conus mercati</i> BR.
„ cfr. <i>Noae</i> L.	„ <i>ventricosus</i> BRÖNN.

Im allgemeinen selten, nur in einigen Nestern:

Lithothamnium ramosissimum Rss.

Ein ähnlicher Echinodermenhorizont ist auch im Schützengraben zu finden und zwar dort, wo die obere Molluskenkalkschicht in den unter ihr liegenden Kalksand übergeht. Diese Echinodermenschicht ist gar nicht so auffallend, auch schon wegen der Ungunst des Aufschlusses, wie die von Bia, ja nicht mehr als zwei bis drei Echinoideenexemplare wurden hier vordem gefunden. Mir ist es aber gelungen, den Aufschluss zu verbessern und in einigen Stunden 60 Stück der hier vorkommenden Echinoideen, hauptsächlich *Echinolampas hemisphaericus* zu sammeln. Die Begleitfauna ist hier ärmer als bei Bia.

Außer den Molluskenkalken sind noch die Kalksande sehr verbreitet. Sie enthalten sehr wenig Versteinerungen, nämlich außer Flachseeforaminiferen nur *Pecten leythianus* etwas häufiger; zerstreut kommen auch noch darin einzelne Muscheln vor, aber immer nur die Arten der Molluskenkalke. So sollen diese Kalksande in derselben Tiefe entstanden sein, wie die Molluskenkalke. Die Armut ihrer Fauna ist nicht aus den bathymetrischen Verhältnissen, sondern aus der Beschaffenheit des Meeresbodens erklärlich. Die Fauna des Molluskenkalkes bevorzugte einen härteren Boden, die grabenden Muscheln des 3. Horizontes von Bia hingegen benötigten einen feineren Sand, dieser Kalksand war ihnen wahrscheinlich zu grob.

Es gibt noch eine Fazies in dem seichteren Neritikum unserer Gegend, dies ist der Heterostegienkalk, den F. SCHAFARZIK nördlich vom Sidonienberg, an einem Hügel an der Grenze der Komitate Pest und Fehér, östlich

von dem von Kutyavár nach Törökbálint führendem Wege entdeckt hat. Ich sammelte und bestimmte daraus die folgende Fauna (25):

<i>Cristellaria</i> sp.	<i>Lucina</i> cfr. <i>dentata</i> AG.
<i>Nonionina communis</i> D'ORB.	<i>Diplodonta rotundata</i> MONT.
<i>Rotalia beccarii</i> L.	<i>Tellina</i> sp.
<i>Amphistegina hauerina</i> D'ORB.	<i>Venus multilamella</i> LK.
<i>Heterostegina costata</i> D'ORB.	<i>Meretrix italica</i> DEFR.
Bryozoen	<i>Dentalium entalis</i> L.
<i>Serpula</i> sp.	<i>Trochus</i> sp.
<i>Pecten leythianus</i> PARTSCH	„ <i>patulus</i> BR.
<i>Chlamys</i> sp.	<i>Turritella archimedis</i> BRONG.
<i>Ostrea lamellosa</i> BR.	„ cfr. <i>turris</i> BAST.
<i>Pectunculus pilosus</i> L.	<i>Buccinum</i> sp.
<i>Chama gryphoides</i> L.	

In nicht großer Menge kommt *Lithothamnium ramosissimum* vor; in Dünnschliffen erkannte ich noch die Foraminiferengattungen:

<i>Triloculina</i>	<i>Textularia</i> ;
<i>Quinqueloculina</i> ,	

es kommen *Heterostegina costata* und *Amphistegina hauerina* massenhaft, gesteinsbildend vor. Solches Auftreten dieser großen Seichtwasserforaminiferen muss als seicht=neritisch betrachtet werden [s. Allg. Teil., Kap. VI., 9.]. Die Begleitfauna verstärkt diese Feststellung. Es sind darin die Mollusken der Lithothamnienfazies usw. vorhanden.

Vergleichen wir jetzt die Fazies des Tétényer Obermediterrans mit denen des nordöstlichen Cserhát-Gebirges. Unter den litoralen Bildungen sind die von dem Kammerwald (Militärweg) und dem Südfuss des Sidonien-Berges der fossilreichen Perna-Bank am Nordabhang des Sámsonházaer Várhegy sehr ähnlich, nur das massenhafte Vorkommen der Pernen lässt letztere etwas abweichen. Der Sand von Bia mit den graben=den aragonitschaligen Muscheln findet sich im Cserhát nicht wieder; hingegen fehlt in der Umgebung von Budapest im Obermediterrän das bankartige Vorkommen von Austern [z. B. bei Buják im mittleren Cserhát] und von Pernen [in der Schlucht der Kis-Zagyva]. In der seichteren Zone der neritischen Region herrschen hier die Molluskenkalke, im Cserhát treten diese in den Hintergrund und dieselbe Stelle nehmen die Lithothamnienkalke ein. Fauna wie Gesteinsart der Molluskenkalke des Cserhát-Gebirges weichen von denen der Tétényer Gegend ab; das Gestein ist viel kompak=

ter und in der Fauna fehlen viele Arten der Tétényer Molluskenkalkfaunen, so fehlt im nordöstlichen Cserhát das bei Bia ungemein häufige *Cardium turenicum* und die hier sehr wichtigen *Pecten leythianus* und *Panopaea menardi* sind sehr selten, dagegen ist dort der *Pecten latissimus* vorherrschend, während er hier kaum zu finden ist. Es gibt nur wenige Arten, die in beiden Gegenden häufiger sind, so *Tapes vetula*, *Tellina lacunosa*, *Trochus patulus*. — Die Kalksande fehlen im nordöstlichen Cserhát, die Lithothamnienkalke hingegen am Tétényer Plateau. Heterosteginen kommen in großer Menge in einem Tone bei Mátraszöllös vor, dies kann jedoch nicht als Äquivalent des Heterosteginenkalkes vom Sidonien-Berg betrachtet werden, sondern vielleicht der Heterosteginenkalk von Garáb (36); den kenne ich aber aus eigener Anschauung nicht. Die tieferen Ablagerungen, die im Cserhát so mannigfaltig sind, fehlen in der Umgebung von Budapest.

Die gemischte Fauna von Zebegény.

Nördlich vom Dorfe Zebegény (27) sind die Obermediterranschichten bei der Mündung des Grabens «Vizesárok» in den «Mühlgrund» gut aufgeschlossen. Hier befinden sich drei Steinbrüche; in dem östlichsten von den dreien sieht man die folgende Schichtenreihe:

1. Unten sehr harter, kompakter Lithothamnienkalk mit Biotitandesittrümmern. Er enthält viele Fossilien, die aber nur zu wenigen Arten gehören; am häufigsten sind *Pecten malvinæ* DUB., *Pecten latissimus* BR., *Ostrea* sp., *Pectunculus pilosus* L. Ob diese Schicht in die Tortonstufe oder noch in das Helvetien gehört, läßt sich paläontologisch nicht entscheiden.

2. Darüber lagert gelblicher Ton in einer Mächtigkeit von 4—5 m, mit der reichen Fauna, die ich gleich behandeln werde.

3. Die oberste Schicht ist nur an der Nordwand des Steinbruchs sichtbar; es ist ein loser, nicht kompakter Lithothamnienkalk mit *Pecten latissimus* usw.

Im Tone fand ich eine ungemein reiche Fauna, in der alle Tiergruppen vertreten sind:

Foraminifera:

<i>Textularia</i> sp.	+	<i>Dentalina</i> sp.
+ „ <i>carinata</i> D'ORB.	+	<i>Lingulina costata</i> D'ORB.
+ <i>Nodosaria consobrina</i> D'ORB.	+	<i>Cristellaria</i> sp.
+ „ <i>hispida</i> D'ORB.	+	„ <i>rotulata</i> LK.
+ „ <i>soluta</i> RSS.	+	<i>Uvigerina pygmaea</i> D'ORB.

- | | | | |
|---|--|---|---------------------------------------|
| + | <i>Orbulina universa</i> D'ORB. | + | " <i>quadrilobata</i> RSS. |
| + | <i>Orbulina universa</i> var. <i>bilobata</i> D'ORB. | | <i>Rotalia beccarii</i> L. |
| + | <i>Globigerina</i> sp. | + | " <i>soldanii</i> D'ORB. |
| + | " <i>bulloides</i> D'ORB. | | <i>Truncatulina lobatula</i> W. et J. |
| + | " " var. | + | " <i>haidingeri</i> D'ORB. |
| | <i>triloba</i> RSS. | | <i>Nonionina umbilicatulula</i> MONT. |
| | | | <i>Amphistegina hauerina</i> D'ORB. |

Coelenterata:

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|------------------------------------|
| + | <i>Silicispongien</i> =Nadeln | + | <i>Balanophyllia concinna</i> SEG. |
| + | <i>Caryophyllia</i> sp. | + | " <i>irregularis</i> RSS. |
| | <i>Solenastrea</i> sp. | | |

Echinodermata:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| <i>Cidaris</i> sp. | • <i>Echinolampas</i> sp. |
| <i>Scutella vindobonensis</i> LBE. | " cfr. <i>italicus</i> LANB. |

Vermes:

Serpula (mehrere Arten)

Bryozoa:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Cellaria fistulosa</i> L. | <i>Crisia subaequalis</i> RSS. |
| <i>Porella cervicornis</i> PALL. | <i>Idmonea pseudodisticha</i> |
| <i>Cellepora globularis</i> BRONN. | SCHAFFH. |

Brachiopoda:

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| <i>Terebratula styriaca</i> DREG. | + | <i>Platydia anomioides</i> var. <i>rotundella</i> SACC. |
|-----------------------------------|---|---|

Lamellibranchiata:

- | | | | |
|---|--|----------------------------|---------------------------------|
| + | <i>Pecten cristatus</i> BRONN | <i>Ostrea</i> sp. | |
| | " <i>inflatus</i> MULL. | " <i>crassissima</i> BR. | |
| | " <i>revolutus</i> MICH. | " <i>frondosa</i> DE SERR. | |
| | " <i>latissimus</i> BR. | + | <i>Nucula mayeri</i> HORN. |
| | " <i>ventilabrum</i> GF. | + | <i>Leda fragilis</i> CHEMN. |
| | " <i>scabrellus</i> var. <i>bolle-</i> | + | " <i>nitida</i> BR. |
| | <i>nensis</i> SACC. | | <i>Arca</i> sp. |
| | <i>Spondylus crassicauda</i> LK. | + | <i>Arca diluvii</i> LK. |
| | <i>Anomia ephippium</i> L. | | " cfr. <i>honthiensis</i> MAJER |
| | " " var. <i>ex aff.</i> | | <i>Pectunculus pilosus</i> L. |
| | <i>pseudopecten</i> SACC. | + | <i>Lucina</i> sp. |

Cardium multicosatum BR.„ *cfr. fragile* BR.„ *cfr. edule* L.*Venus* sp.„ *haidingeri* HORN.„ *multilamella* LK.*Tellina planata* L.*Tellina serrata* REN.*Psammobia cfr. uniradiata* BR.*Macra* sp.*Lutraria oblonga* CHEMN.*Corbula carinata* DUJ.*Aspergyllum miocenicum* VAD.

Gastropoda:

Trochus patulus BR.+ *Solarium* sp.*Capulus hungaricus* L.*Sigaretus haliotoideus* L.+ *Natica* sp.*Turritella archimedis* BRONG.+ „ *turris* BAST.*Rissoa* sp.*Rissoina moravica* HORN.+ *Chenopus pespelecani* PHIL.+ *Rostellaria dentata* GRAT.*Cypraea amygdalum* BR.„ *sanguinolenta* GIMEL.+ *Cassis saburon* LK.*Eudolium subfasciatum* SACC.*Ficula condita* BRONG.+ *Buccinum* sp.+ „ *caronis* BRONG.+ *Columbella nassoides* BELL.*Triton tarbellinum* GRAT.*Purpura* sp.+ *Murex partschi* HORN.*Fusus* sp.*Fasciolaria* sp.*Mitra* sp.„ *cfr. bronni* MICH.+ „ *cupressina* BR.+ *Conus dujardini* DESH.+ *Conus berghausi* MICH.„ *puschi* MICH.„ *cfr. haueri* PARTSCH„ *striatulus* BR.+ *Vaginella* sp.„ *depressa* DAUD.„ *acutissima* AUD.„ *gibbosa* AUD.

Scaphopoda:

+ *Dentalium badense* PARTSCH*Dentalium cfr. sexangulum*
SCHROTH.

Cephalopoda:

+ *Aturia aturi* BAST.

Arthropoda:

Balanus concavus BRONN

+ Ostracoden

Vertebrata:

Lamna hastata AG.

Labriden=Zahn

Dem Alter nach gehört diese Fauna unbedingt in das Tortonien, wenn es auch solche Formen darin gibt, wie z. B. *Aturia aturi* und *Ostrea crassissima*, die hauptsächlich im Untermediterran und Helvetien verbreitet sind.

Die Faziesverhältnisse dieser Bildung lassen sich nicht so leicht erkennen. Man findet darin nämlich die Tiefseearten und die Arten der seichtesten neritischen Zone in beinahe gleicher Menge. So könnte man zuerst daran denken, daß diese Ablagerung aus größeren oder mittleren neritischen Tiefen stammt, wo die seichteren wie die tieferen Elemente noch leben könnten. Doch die mit dem + Zeichen versehenen Arten vertreten eine vollkommen charakteristische bathyale Fauna, nicht nur jene Arten der bathyalen Faunen, die oft auch in kleineren Tiefen vorkommen. Dagegen sind auch die bezeichnendsten Tiere der seichteren neritischen Zone vorhanden: hauptsächlich z. B. *Pecten latissimus*, *Pectunculus pilosus*, *Ostrea crassissima*, *Trochus patulus*, *Scutella vindobonensis*, *Echinolampas*, *Solenastrae* (konstruktive Koralle.) Hier befinden sich also nicht jene bathymetrisch ziemlich gleichgültigen Arten, die in den «gemischten» Faunen der größeren neritischen Tiefen vorhanden zu sein pflegen; der größte Teil der Fauna ist tiefseebewohnend oder strandnah. Es darf also nicht vorausgesetzt werden, daß diese Faunenteile so verschiedenen Charakters zusammen leben könnten; auch heute finden sich solche Lebensgemeinschaften voneinander scharf getrennt in ganz verschiedenen Tiefen. Die bathyale Fauna soll also in situ gelebt haben [natürlich mit Ausnahme der nichtbenthonischen Foraminiferen, Vaginellen und *Aturia*], die neritischen Elemente wurden aber aus den benachbarten seichteren Meeresteilen in die Tiefe geschwemmt. Es ist unmöglich, daß die eine Hälfte der Fauna aus einem schon abgelagerten und wieder zerstörten Sediment stammt. In den bathyalen Tiefen ist eine so grosse Zerstörung, wie sie hier zur Bildung dieser Mischablagerung bedingt würde, ganz unwahrscheinlich; wenn aber in der Nähe des Ufers, wo die seichteren Faunenelemente wohl leben könnten, durch die Meeresabrasion eine bathyale Tonbildung zerstört würde, dann würden die zarten Schalen oder Steinkerne gar nicht erhalten bleiben, wie sie hier wirklich erhalten geblieben sind; so sind z. B. die dünnen, zerbrechlichen Schalen des *Pecten cristatus* am besten erhalten. Auch das Gestein zeigt keine Zeichen einer solchen Zerstörung. Es läßt sich diese Erscheinung also nicht anders erklären als so, daß sich hier um die Mitte des Tortonien ein tiefer Graben auf dem Meeresboden hinzog, in dem die reiche bathyale Fauna lebte und die verstorbenen Tierreste von den nahen neritischen Meeresteilen

in die Tiefen hinabgeschleppt wurden, wobei die steile Böschung des Meeresbodens und vielleicht Strömungen geholfen haben.

Eine ähnliche gemischte Fauna kommt auch in Italien bei Bocca d'Asino (Scrivia-Tal) vor, die als Typus der Tortonstufe betrachtet wird. F. SCHAFFER (44) untersuchte die dortige reiche Fauna [leider nur die Mollusken, nicht alle Tiergruppen]. Er hat wahrgenommen, daß ein Teil der Fauna und zwar immer dieselben Arten die Zeichen dynamischer Einwirkungen tragen und andere auch zarte, zerbrechliche Arten immer schön unverletzt erhalten sind. Er stellte die unverletzten und die schlecht erhaltenen Arten getrennt zusammen und kam zu dem Ergebnis, daß die ersten einer bathyalen, die letzteren aber einer neritischen Fauna entsprechen. Diese Erklärung hat auch É. HAUG angenommen (161642); so wage ich auch die gemischten Charaktere der Fauna von Zebegény ähnlich zu erklären. F. SCHAFFER konnte sich bei der Trennung der beiden Faunenteile auf den Erhaltungszustand der Fossilien stützen. Dies ist hier unmöglich, da die meisten aragonitschaligen Tiere nur als Steinkerne und Abdrücke erhalten sind und auch die kalzitschaligen keine besondere Abrollung zeigen, weil die neritischen Arten wahrscheinlich aus einer nicht beträchtlichen Entfernung hierher getragen wurden. Bei der Fauna von Bocca d'Asino mußte man aber die Erhaltung zu Hilfe nehmen, da die beiden Faunen bathymetrisch nicht so weit voneinander entfernt stehen; bei Zebegény sind die beiden aber so sehr verschieden, daß sich die Trennung auch ohne diese Hilfe vornehmen läßt. Ich muß aber noch bemerken, daß die mit + nicht bezeichneten Arten nicht alle als seicht-neritisch betrachtet werden sollen, sie können z. T. auch aus mittleren Tiefen stammen.

Das Miocän des Mecsek-Gebirges.

Die Mediterranschichten des Mecsek-Gebirges in Südungarn habe ich ausführlich studiert (28). Die Faziesverhältnisse der marinen Ablagerungen sind sehr abwechslungsreich, sowohl die seichteren, wie die tieferen Bildungen sind verbreitet.

1. Litorale Ablagerungen lassen sich den Faunen nach nicht nachweisen, der Gesteinsart nach soll aber das kalkige Konglomerat westlich von Mecsekszabolcs in diese Gruppe eingereiht werden.

2. Wie im marinen Miocän Ungarns gewöhnlich, gehören die mannigfaltigsten Bildungen zu der seichteren Zone der neritischen Region, so die Lithothamnien-, Korallen-, Molluskenkalke, Sande und Sandsteine, oft

mit reichem Fossilinhalt, oft sehr arm an Versteinerungen. Wie ich schon im Allg. Teil erwähnt habe, kommen im Mecsek-Gebirge die Faunen, die anderswo gesondert in den Lithothamnienkalken, Korallenkalken und Molluskenkalken [also in verschiedenen Ausbildungsformen der sog. Leithakalke] zu finden sind, oft zusammen vor.

Im nördlichen Teil des Gebirges verdienen hauptsächlich die Lithothamnienkalkvorkommnisse der Umgebung von Mecsekpölöske Beachtung. Die wichtigeren Fossilien sind hier die folgenden:

+ <i>Pecten aduncus</i>	+ <i>Cardium turonicum</i>
+ „ <i>leythaianus</i>	<i>Venus</i> pls. sp.
„ <i>latissimus</i>	<i>Turbo rugosus</i>
„ <i>elegans</i>	<i>Trochus</i>
<i>Ostrea</i>	+ <i>Turritella archimedis</i>
<i>Lithodomus avitensis</i>	<i>Strombus coronatus</i>
+ <i>Pectunculus pilosus</i>	<i>Cypraea</i>
+ <i>Lucina leonina</i>	+ <i>Conus</i> pls. sp.

Die mit + bezeichneten Arten sind den Faunen derselben Fazies in der Gegend von Budapest gemeinsam; eine auffallende Abweichung davon ist die Häufigkeit von *Pecten elegans*, *Pecten latissimus* und *Turbo rugosus*. Im südlichen Mecsek sind die Lithothamnienkalken auch sehr verbreitet, überall von Pécs bis Pécsvárad, doch enthalten sie nicht so reiche Faunen, wie bei Mecsekpölöske. Die meisten Fossilien sind den dortigen gemeinsam, die Seltenheit von Cardien, *Pecten aduncus* und *Pecten leythaianus* ist aber sehr auffallend.

Die Molluskenkalken spielen hier nicht jene große Rolle unter den Leithakalkbildungen wie bei Budapest. Hauptsächlich sind Fundstätten von Kovacéna und Kishajmás zu nennen, wo in den Molluskalken denen der Lithothamnienkalken ähnliche Faunen zu finden sind; hier kommen auch die im Mecsek sehr seltenen, anderswo aber sehr verbreiteten Arten *Tapes vetula* und *Echinolampas hemisphaericus* vor.

Häufig kommen die Korallen im Leithakalke bei Ormándi dúlő [südlich von Hosszúhetény] vor. Diese Bildung scheint aber von den normalen Lithothamnienkalken kaum abzuweichen. Im Steinbruche von Mecsekpölöske [an der Südostseite des Dorfes] ist ein in gewissem Maße riffartiger Kalkstein aufgeschlossen. Die Korallen sind darin gesteinsbildend, die Lagerung ähnelt den wirklichen Korallenriffen, nur ihre Dimensionen erreichen nicht die der heutigen Riffe der tropischen Meere. In der Bildung des

Gesteins nehmen auch die Lithothamnien einen beträchtlichen Teil und die bezeichnenden Lithothamnienkalk- und Molluskenfaunen sind, wie schon erwähnt, reichlich mit enthalten.

Im südlichen Mecsek fand ich noch einige Leithakalkarten. Bei der Quelle Szamárkút kommt unter mehreren kalkig-sandigen Gesteinsarten auch Alveolinenkalk vor, dem von Bia usw. sehr ähnlich. Auch zwischen dem Albrechtschacht und Georgschacht [nordöstlich von Pécs] liegen zerstreute Foraminiferenkalktrümmer am Boden; in den Dünnschliffen lassen sich

Miliola

Rotalia

Alveolina

Amphistegina

Textularia

Polystomella

Nodosaria

erkennen; er ist also den Foraminiferenkalken von Nagymaros (24⁹³) und Sámsonháza (21¹¹) ähnlich.

Bei Mecsekszabolcs und bei der Luftkolonie findet man sandige Schichten, deren Faunen auch der seichteren neritischen Zone entsprechen, die aber von den Leithakalken darin abweichen, daß ihre Faunen nicht so eintönig sind. Die schönste Fundstätte liegt an dem von Mecsekszabolcs zu dem Albrechtschacht führenden Wege, wo der bräunliche Sand mit den [nicht gut erhaltenen] Steinkernen der Mollusken überfüllt ist; nur die Kalzit-schalen (Foraminiferen, *Cidaris*, Bryozoen, *Anomya*, *Ostrea*, *Pecten*) sind erhalten geblieben. Ich gebe hier als die reichste dieser Tiefenzone die ganze Fauna an:

Nonionina cfr. *depressula*

Arca diluvii Lk.

W. et J.

Meretrix gigas Lk.

Rotalia beccarii L.

„ *islandicoides* Lk.

Truncatulina sp.

Venus multilamella Lk.

Polystomella crispa D'ORB.

„ *subplicata* D'ORB.

„ *macella* F. et M.

„ *scalaris* BRONN

Heterostegina sp.

„ *basteroti* DESH.

Cidaris sp.

Cardium sp.

Anomia ephippium L.

„ *hians* BR.

Ostrea digitalina DUB.

„ *multicostatum* BR.

Flabellipecten sp.

Cardium turonicum MAY.

Chlamys sp.

Cardita sp.

Pectunculus pilosus L.

Isocardia cor L.

Leda sp.

Lucina sp.

Lucina leonina BAST.
 „ *columbella* LK.
Tellina planata L.
 „ cfr. *compressa* BR.
Corbula gibba OLIVI
 „ *carinata* DUJ.
Pholadomya sp.
Panopaea menardi DESH.
Solenocurtus candidus REN.
Azor antiquatus PULTN.

Turritella archimedis BRONG.
 „ *turris* BAST.
 „ *vermicularis* BR.
Cerithium scabrum OLIVI
Natica millepunctata LK.
Pyrula condita BRONG.
Murex sp.
Clavatula sp.
Conus sp.

In den Weingärten östlich vom Dorfe Mecsekezőbolcs kommt eine Sandschicht vor, in der *Columbella carinata* HILB. das Leitfossil ist. Die Fauna ist im allgemeinen die der seichteren neritischen Zone, doch fehlen da mit Ausnahme von *Anomia ephippium* L. sämtliche kalzitschaligen Elemente [s. Allg. Teil, Kap. V., A. 6.]. Die Fauna ist die folgende:

Anomia ephippium
Pectunculus pilosus
Arca diluvii
 „ cfr. *turonica*
Venus basteroti
Cardium hians (?)
Astarte triangularis

Lucina sp.
 „ *columbella*
Corbula carinata
Turritella bicarinata
 „ *archimedis*
Columbella carinata

3. Unter den sandigen Ablagerungen des Mecsek-Gebirges scheint mir das Vorkommen am Hochkopfberge bei Pölöske den mittleren neritischen Tiefen zu entsprechen. Die individuenreiche, jedoch an Arten ziemlich arme Fauna enthält *Pecten cristatus*, eine in den seichtesten Fazies unbekannte Art in grösserer Anzahl, andere, wie *Venus multilamella*, *Turritella subangulata* sind bathymetrisch gleichgültig, *Pectunculus pilosus*, *Turritella vermicularis* sind aber Arten des seichtesten Neritikums.

Gleichfalls sollen die obersten Schichten des fossilreichen Sandes am Albrechtshacht—Szabolcser Wege in die mittlere Zone der neritischen Region gehören, da darin die charakteristischen Arten der seichtesten Zone stufenweise verschwinden, *Pecten cristatus* und die für etwas größere Tiefen bezeichnenden Foraminiferen erscheinen und der Sand in die tonig-mergelige Bildung übergeht, die schon in die tiefere neritische Zone einzuteilen ist.

Die wichtigste Fazies dieser Tiefe ist die Bryozoenfazies. Sie scheint die Charaktere an den verschiedenen Gebieten am beständigsten zu halten;

z. B. läßt sie sich von derselben Fazies des Cserhát-Gebirges kaum unterscheiden. Außer den massenhaft auftretenden kleinen, verästelten Bryozoen sind auch die inkrustierenden Formen recht häufig, unter den Mollusken *Dentalium* und kleinere *Chlamys*-Arten, unter den Echinodermen die *Cidaris*-Stacheln und oft die kleine *Fibularia pusilla* MULL.; die Foraminiferen werden hauptsächlich durch *Amphistegina hauerina*, *Heterostegina*, *Rotalia beccarii* und Truncatulinen vertreten; auch die Brachiopoden kommen oft vor. Die Bryozoen lassen sich oft infolge der schlechten Erhaltung nicht gut bestimmen; übrigens ist eine Bestimmung der Bryozoen Ungarns, bis sie nach dem heutigen Stand der Bryozoologie systematisch aufgearbeitet werden, kaum von paläontologischem Wert. Die schönste Bryozoenfauna befindet sich in der Nähe der Eisenbahnhaltstelle Szatina-Kishajmás:

<i>Membranipora elliptica</i> HAG.	<i>Hornera</i> sp.
« <i>savarti</i> AUD.	„ <i>vertucosa</i> RSS.
<i>Schizoporella</i> sp.	„ <i>sulcosa</i> RSS.
„ cfr. <i>minima</i> CANU	„ <i>radians</i> DEFR.
„ <i>linearis</i> HASS	„ <i>frondiculata</i> LK.
„ <i>geminipora</i> RSS.	<i>Idmonea coronopus</i> DEFR.
„ <i>unicornis</i> var. <i>tetragona</i>	„ <i>seriatopora</i> RSS.
<i>Poristoma polymorpha</i> RSS.	<i>Filisparsa astalis</i> MANZ.
<i>Defrancia</i> sp.	„ <i>varians</i> RSS.
<i>Salicornaria tarciminoidea</i> JOHNST.	<i>Crisia subaequalis</i> RSS.
<i>Celluria cereoides</i> S. E.	„ <i>edwardsi</i> RSS.
<i>Scrupocellaria cereoides</i> RSS.	<i>Entalophora macrohora</i>
<i>Retepora cellulosa</i> SMITT.	M. E.

Im südlichen Mecsek sind die kalkigen, glimmerhaltigen Bryozoen-sande sehr verbreitet, so die Liegendschichten des Ostreen-Cerithien-Tones im Tóvölgy und Szászvölgy, die zweite Schicht im Steinbruch bei Ormándi dűlő usw. Eine Makrofauna enthalten sie selten, auch die Mikrofauna ist gewöhnlich arm und schlecht erhalten. Unter den Bryozoen sind *Crisia*, *Cellaria*, *Filisparsa*, *Schizoporella* und einige *Eschara*-Typen öfter vertreten, unter den Foraminiferen *Amphistegina hauerina* ziemlich häufig. In einigen Vorkommnissen enthält aber der kalkige Sand gar keine Fossilien und läßt sich nur dem Sedimenttyp nach (s. Allg. Teil, Kap. V., B. 4.) mit dieser Fazies identifizieren.

Im oberen Teile des Tales «Szászvölgy» fand ich festeren Bryozoen-

kalkstein, der nur durch seinen Reichtum an *Heterostegina costata* D'ORB. von den andigen Bryozoenschichten abweicht.

Ebenso wie im Cserhát-Gebirge, bilden die Bryozoenschichten auch hier Übergänge zu den Leithakalken, wie z. B. südlich und südöstlich von Hosszúhetény, im Steinbruch bei Ormándi dűlő und oberhalb des Brauhauses Csokolád. Die Bryozoensande bilden hier allmähliche Übergänge zu den tieferen Fazies, so bei Kishajmás an der Pécs-Dombóvár Eisenbahnlinie, während ein solcher Übergang im nordöstlichen Teile des Cserhát-Gebirges nie zu beobachten war. Hier werden die untersten Schichten der Sande etwas tonig, es erscheinen darin *Textularia sagittula*, *Truncatulina*, *Pecten cristatus*, während *Amphistegina* und *Chlamys* ausbleiben, später treten auch Nodosarien und Cristellarien auf, langsam verschwinden auch die Bryozoen und der sandige Ton übergeht in die reine Schlierfazies.

Die ein beständiges stratigraphisches Niveau am besten einhaltende Fazies ist der Ostreen — Cerithionten des südlichen Mecsek-Gebirges. Alle darin vorkommenden Arten sind euryhalin wie:

<i>Ostrea fimbriata</i>	<i>Murex dertonensis</i>
<i>Cerithium pictum</i>	„ <i>granuliferus</i>
„ <i>bidentatum</i>	<i>Buccinum dujardini</i>
<i>Turritella bicarinata</i> (?)	„ <i>schönni</i>
<i>Neritina picta</i>	

Diese Fazies ist auch in der Schichtengruppe IV. (von PETERS) bei Hidas vertreten, wo sie teilweise als Cerithienbreccie ausgebildet ist. Die Einteilung in die mittlere neritische Zone wird dadurch ermöglicht, daß diese Faunen in engem Zusammenhang mit den tieferen neritischen Tonen stehen (Pécsvárad, Hidas), mehrere ihrer Arten bleiben in den über ihnen lagern den *Turritella*—*Corbula*-Schichten vorhanden, in denen jedoch das Auftreten gewisser bathyalen Formen eine etwas größere Tiefe hinweist [s. die Beschreibungen der Profile von Pécsvárad (26)]. Da man hier jedoch stenohaline Faunen mit euryhalinen vergleichen muß, halte ich diese Faziesbestimmung nicht für unanfechtbar.

Interessante Zwergfaunen enthalten die in der Umgebung von Mecsekpölöske vorkommenden, bräunlichen Kalke mit *Cerithium scabrum*. Auch diese scheinen einem nicht ganz normalen Salzgehalt zu entsprechen, wenn sie auch stenohaline Arten enthalten. Sie besitzen manche Ähnlichkeiten mit den Zwergfaunen von Steinabrunn, aber auch mit den normalen Leithakalken. Da sie auch Lithothamnien und Bryozoen in größerer Menge enthalten, teile ich sie mit Vorbehalt in die mittlere neritische Zone ein.

4. In die tiefere Zone der neritischen Region gehören zwei stratigraphisch ganz verschiedene Rollen spielende, aber der Fazies nach kaum zu unterscheidende Bildungen. Südwestlich von Pécsvárad (in den Tälern «Szászvölgy» und «Tóvölgy») folgt über dem Ostreen=Cerithienton der schon erwähnte Turritellen=Corbulenton, der einen Übergang zwischen seinem Liegenden und dem Hangenden [Buccinen=Pycnodontentegel] bildet. In seiner Fauna sind der des Liegenden gemeinsam:

Ostrea fimbriata

Buccinum dujardini

Neritina picta

„ *schönni*;

doch erscheinen schon

Corbula gibba

Turritella turris

Natica helicina

also die Arten größerer Tiefen in Unmengen.

Im nördlichen Teil des Gebirges bilden gleichfalls Turritellen=Corbulen=Tone die Übergänge von den bathyalen zu den seichteren neritischen Bildungen, doch sind hier die Schliertone die ersten; sie liegen unter den Turritellen=Corbulenschichten, nicht über ihnen, wie der Buccinen=Pycnodonten=Tegel im südlichen Mecsek. Auch in diesen Faunen sind außer vielen bathyalen Arten die der seichteren Wasser vertreten; den entsprechenden Schichten des südlichen Mecsek sind 50% der Arten gemeinsam, die Häufigkeit, Individuenzahl in Betracht gezogen, ergibt sich aber eine Übereinstimmung bis 90%.

Stratigraphisch entspricht die *Cardita jouanneti*-Schicht von Hidas dem Turritellen=Corbulenton von Pécsvárad und der *Isocardia cor*-Horizont dem Buccinen=Pycnodontentegel [s. bei der Beschreibung des Profils von Hidas (26)]. Bathymetrisch zeigen jedoch die beiden Hidaser Schichten eine kleine Abweichung von denen von Pécsvárad: sie enthalten mehrere Flachseeformen; die sehr reichen Faunen deuten auf geringere Spezialisierung der Lebensbedingungen hin.

5. Der Buccinen=Pycnodontentegel [an beiden Seiten des Tales «Szászvölgy»] entspricht schon der Badener Tegelfazies. Seine charakteristischen Mollusken: *Pecten cristatus*, *Pycnodonta cochlear*, *Natica helicina*, *Buccinum inconstans* sind im Badener Tegel heimisch und die Seichtwasserformen fehlen ganz, noch mehr als selbst bei Baden; zugleich ist aber die Fauna auch viel ärmer. In der Mikrofauna kommen außer Tiefseeforaminiferen [*Textularia carinata*, *Cristellaria*, *Polymorphina* etc.] Pteropoden in sehr großer Anzahl vor: dies spricht auch für große Tiefen.

Die Schlierbildungen [s. auch noch unten] gehören auch in die bathyale Region, doch sind sie auch untereinander gewissermaßen verschieden. So entspricht die Fauna von Kishajmás mit *Pecten denudatus*, *Nucula mayeri*, *Tellina ottungensis*, *Nodosarien* usw. sicher der tieferen bathyalen Zone, während die von Mecsekpölöske mit *Turritella subangulata*, *Columbella*, *Venus multilamella*, *Meretrix islandicoides* eine Ablagerung geringerer Tiefen zu sein scheint.

In dem folgenden führe ich die Liste der Mediterranfossilien des Mecsek-Gebirges an, bei jeder Art die Verteilung in den verschiedenen Tiefenzonen bezeichnend. Eine Schwierigkeit verursacht die Einteilung der Übergangsbildungen in eine oder andere Tiefenzone, und die seichtere bathyale Zone wird dadurch etwas vernachlässigt, daß ich alle Schlierfaunen als tiefbathyal bezeichne (n 1: seichtere neritische Zone

n 2: mittlere " "
 n 3: tiefere " "
 b 1: seichtere bathyale "
 b 2: tiefere " "

(f) bezeichnet die im Gebrauch befindlichen unrichtigen Namen).

Foraminifera:

	n1	n2	b1
<i>Miliolina</i> sp.			
" (<i>Triloculina</i> sp.)			n3
" " <i>platynota</i> Rss.			n3
" " <i>gibba</i> var. <i>austriaca</i> Egg.		n2	
" (<i>Quinqueloculina</i>) <i>contorta</i> D'ORB.		n2	n3
" " <i>juleana</i> D'ORB.		n2	n3
" " <i>subtilis</i> Rss.		n2	
" " <i>subdichotoma</i> Rss.		n2	n3
" " <i>porrecta</i> Rss.			n3
" " <i>intertexta</i> Rss.			n3
" " <i>papyracea</i> Rss.			n3
" " <i>pulchella</i> D'ORB.			n3
<i>Spiruloculina nodulosa</i> Rss.		n2	
<i>Biloculina cyclostoma</i> Rss.		n2	n3
" <i>ringens</i> Lk. [f. <i>B. clypeata</i> D'ORB.].			n3
<i>Alveolina melo</i> D'ORB.	n1	n2	
<i>Textularia</i> sp.		n2	n3 b1 b2

<i>Textularia sagittula</i> DEFR.	n2			b2
„ <i>carinata</i> D'ORB.		n3	b1	b2
<i>Bolivina</i> sp.	n2			
<i>Bulimina pupoides</i> D'ORB.		n3		
<i>Gaudryina</i> sp.	n2			
<i>Verneuillina</i> sp.		n3		
<i>Lagena</i> sp.	n2	n3		
„ <i>apiculata</i> RSS.		n3		
„ <i>hexagona</i> WILL.				b2
<i>Nodosaria</i> sp.	n2			b2
„ <i>bacillum</i> DEFR.				b2
„ <i>consobrina</i> D'ORB.				b2
„ „ var. <i>emarciata</i> RSS.				b2
„ (<i>Dentalina</i>) <i>communis</i> D'ORB.				b2
„ „ <i>filiformis</i> D'ORB. [f. <i>D. elegans</i>]				b2
„ (<i>Glandulina</i>) <i>laevigata</i> D'ORB.				b2
<i>Cristellaria</i> sp.	n2	n3	b1	b2
„ <i>orbicularis</i> D'ORB.				b2
„ <i>cultrata</i> MTF.				b2
„ <i>calcar</i> L.				b2
<i>Polymorphina</i> sp.		n3	b1	
<i>Globulina tuberculata</i> D'ORB.	n2			
<i>Uvigerina</i> sp.				b2
„ <i>tenuistriata</i> RSS.		n3		
„ <i>canariensis</i> D'ORB.		n3		
<i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.	n2	n3	b1	b2
<i>Pullenia sphaeroides</i> D'ORB.		n3		b2
<i>Rotalia beccarii</i> L. [f. <i>Rosalina viennensis</i> D'ORB.]	n1	n2	n3	
„ <i>soldanii</i> D'ORB.				b1 b2
„ sp.		n2	n3	
„ <i>haidingeri</i> D'ORB. [f. s. <i>Truncatulina</i>]				
„ <i>punctulata</i> D'ORB. [f. s. <i>Pulvinulina</i>]				
<i>Rosalina viennensis</i> D'ORB. [f. s. <i>Rotalia</i>]				
<i>Pulvinulina punctulata</i> D'ORB. [f. <i>Rotalia</i>].			n3	
<i>Truncatulina</i> sp.	n1	n2	n3	b1 b2
„ <i>praecincta</i> KARR.				b1
„ <i>haidingeri</i> D'ORB. [f. <i>Rotalia</i> .]			n3	b2

<i>Truncatulina lobatula</i> W. et J. [f. <i>T. bouéana</i> d'ORB.]	n2	b1	b2
<i>Discorbina</i> sp.	n1		
„ <i>orbicularis</i> TERQ.	n2		
„ <i>turbo</i> d'ORB. var.	n2	n3	
<i>Anomalina</i> sp.	n1	n2	
<i>Nonionina sulcifera</i> RSS.		n2	
„ <i>moniliformis</i> RSS.		n2	
„ <i>communis</i> d'ORB.			b2
„ <i>depressula</i> W. et J. [f. <i>N. granosa</i> d'ORB.]	n1		
„ <i>pompilioides</i> F. et M. [f. <i>N. umbilicata</i> d'ORB.]		n3	
<i>Polystomella crispa</i> L. (f. <i>P. flexuosa</i> d'ORB.)	n1	n2	n3
<i>Polystomella macella</i> F. et M. [f. <i>P. fichteliana</i> d'ORB.]	n1	n2	n3
„ <i>ungeri</i> RSS.		n2	
<i>Amphistegina</i> sp.		n2	
„ <i>hauerina</i> d'ORB.		n2	b2
<i>Heterostegina</i> sp.	n1	n2	
„ <i>costata</i> d'ORB.		n2	
„ <i>simplex</i> d'ORB.		n2	

Coelenterata :

Silicispongien=Nadel		b2	
<i>Einzelne Korallen</i>		b2	
<i>Heliastrea</i> sp.	n1		

Echinodermata :

<i>Cidaris</i> sp.	n1	n2	n3
<i>Fibularia pusilla</i> MULL.		n2	
<i>Clypeaster melitensis</i> MICH.	n1		
„ <i>partschi</i> MICH.	n1		
„ sp.	n1		
<i>Scutella vindobonensis</i> LBE.	n1		
<i>Echinolampas</i> sp.	n1	n2	
„ <i>hemisphaericus</i> LK.	n1		
<i>Schizaster</i> sp.			b2
„ cfr. <i>laubei</i> R. HORN.			b2

Brissopsis ottnangensis R. HURN.

b2

Brachiopoda:*Megathyris decollata* CHEMN.

n3

Terebratula sinuosa

n3

Bryozoa:*Crisia* sp.

n2

Crisia subaequalis RSS.

n1 n2

„ *edwardsi* RSS.

n2

Idmonea sp.

n2

„ *coronopus* DEFR.

n2

„ *serialopora* RSS.

n2

Hornera sp.

n2

„ *radians* DEFR.

n2

„ *sulcosa* RSS.

n2

„ *verrucosa* RSS.

n2

„ *frondiculata* LK.

n2

Filisparsa sp.

n2

„ *astalis* MANZ.

n2

„ *varians* RSS.

n2

Tubulipora foliacea RSS.

n1

Entalophora macropora M. E.

n2

Ceripora sp.

n2

Defrancia sp.

n2

Membranipora sp.

n2

„ *savarti* AUD.

n2

„ *elliptica* HAG.

n2

„ *lacroixi* SOW.

n1

Lunulites sp.

n2

Cupuladria canariensis

n3

„ *fistulosa* JOHNST. [f. *Salicornaria*
farciminoides.]

n2

Tubocellaria cereoides S. et E.

n2

Retepora cellulosa SMITT

n2

Schizoporella sp.

n2

„ *linearis* HASS.

n2

„ *geminipora* RSS.

n2

„ *unicornis* var. *tetragona*

n2

<i>Shizoporella</i> cfr. <i>minima</i> CANU.	n2
<i>Poristoma polymorpha</i> RSS.	n2
<i>Scrupocellaria elliptica</i> RSS.	n2
<i>Cellepora</i> sp.	n1 n2
„ <i>globularis</i> BRONN.	n1
<i>Lepralia scripta</i> RSS.	n1
„ <i>manzonii</i> RSS.	n1

Mollusca :

<i>Nucula nucleus</i> L.	n1				
„ <i>mayeri</i> HORN.					b2
<i>Leda</i> sp.	n1	n3			b2
„ <i>fragilis</i> CHEMN. [<i>Lembulus</i> , f. <i>Ledina</i>]		n3			b2
<i>Arca</i> sp.	n1	n2			
„ nov. sp.		n2			
„ <i>noae</i> L.	n1				
„ <i>diluvii</i> LK. [<i>Anadara</i>]	n1	n2	n3	b1	b2
„ <i>turonensis</i> DUJ. [<i>Anadara</i> , — f. <i>A. turonica</i> DUJ.]	n2				
„ <i>clathrata</i> DUF. [<i>Barbatia</i> , <i>Acca</i>]	n1				
„ <i>papillifera</i> HORN. [<i>Fossularca</i>]	n1				
„ <i>lactea</i> L. [<i>Fussularca</i>]		n2	n3		
<i>Pectunculus</i> sp.	n1				
„ <i>obtusatus</i> PARTSCH. [<i>Axinaea</i> , ? <i>A. insubrica</i> BR. var.]	n1				
„ <i>bimaculatus</i> POLI. [<i>Axinaea</i> , — f. <i>P. pilosus</i> L.]	n1	n2			
<i>Cardita</i> sp.	n1				
„ ex. aff. <i>antiquata</i> L. [<i>Actinobolus</i>]	n1				
„ <i>jouanneti</i> BAST. [<i>Venericardia</i> , <i>Megacardita</i>]		n2			
<i>Astarte</i> cfr. <i>triangularis</i> SOW.	n1				
<i>Isocardia</i> cor. L. [f., — <i>I. hörnesi</i> DALL.]	n1	n2	n3	b1	
<i>Chama gryphoides</i> L. [? <i>Ch. benoisti</i> COSSM. PEYR.]	n1		n3		
<i>Kellia</i> sp.					b2
<i>Diplondota</i> sp.					b2
<i>Lucina</i> sp.	n1	n2			b2
„ <i>miocenica</i> MICH. [<i>Dentilucina</i>]	n1				

<i>Lucina borealis</i> L. [<i>Phacoides</i> , <i>Dentilucina</i>]	n1				
„ <i>columbella</i> LK. [<i>Phacoides</i> , <i>Linga</i>]	n1				
„ <i>dujardini</i> DESH. [<i>Loripes</i> , — f. <i>L. lacteus</i>]	n1				
„ <i>dentata</i> DEFR. BAST., [<i>Loripes</i> <i>Microloripes</i>]		n2	n3		
„ <i>spinifera</i> MTG. [<i>Myrtea</i>]		n2	n3		b2
„ „ var. <i>rarilamellata</i> SACC.		n2			
„ „ var.		n2			
„ <i>leonina</i> BAST. [<i>Codokia</i>]	n1				
<i>Cardium</i> sp.	n1	n2			
„ <i>turonicum</i> MAY.	n1				
„ <i>echinatum</i> L.		n2	n3		
„ <i>multicostatum</i> BR. [<i>Trachycardium</i>]	n1				
„ <i>edule</i> L. [<i>Cerastoderma</i>]	n1				
„ <i>hians</i> BR. [<i>Ringicardium</i>]	n1				
„ <i>discrepans</i> BAST. [<i>Discors</i>]	n1				
„ <i>papillosum</i> POLI. [<i>Papillicardium</i>] [f. <i>C. punctatum</i> BR.]		n2	n3		
<i>Dosinia exoleta</i> L. [f. <i>D. orbicularis</i> ÄG.]	n1				
<i>Venus</i> sp.	n1	n2	n3	b1	b2
„ <i>miocenica</i> MIGHT. [<i>Omphaloclathrum</i>]	n1				
„ cfr. <i>haidingeri</i> HORN. [<i>Chione</i> <i>Clausinella</i> , <i>Circomphalus</i>]	n1				
„ <i>supplicata</i> D'ORB. [<i>Chione</i> , <i>Clausinella</i> , <i>Circomphalus</i> , — f. <i>C. plicata</i> var. <i>pliocenica</i> STEF. — f. <i>V. plicata</i> GIMEL.]	n1		n3		
„ <i>basteroti</i> DESH. [<i>Chione</i> , <i>Clausinella</i> , <i>C. basteroti</i> var. <i>taurinensis</i> SACC.]	n1				
„ <i>scalaris</i> BRN. [<i>Chione</i> , <i>Clausinella</i>]	n1				
„ <i>multilamella</i> LK. [<i>Chione</i> , <i>Ventricoloidea</i> , <i>Ventricola</i>]	n1	n2	n3		b2
„ <i>islandicoides</i> LK. [f. — <i>Meretrix</i> .]					
„ <i>gigas</i> LK., — [s. <i>Meretrix</i> .]					
„ <i>umbonaria</i> LK., [f. — s. <i>Meretrix</i> .]					
<i>Meretrix</i> sp. [f. <i>Cytherea</i>]	n1				
„ <i>gigas</i> LK. [<i>Amiantis</i> , — f. <i>Venus</i> <i>umbonaria</i> , — f. <i>V. gigas</i>]	n1				

<i>Meretrix</i> ex aff. <i>Lamarcki</i> AG.	n1			
„ <i>islandicoides</i> LK. [<i>Cordiopsis</i> , <i>Amiantis</i> , —				
f. <i>Venus islandicoides</i>]	n1	n3		b2
„ <i>islandicoides</i> LK. var.				b2
<i>Tapes vetula</i> BAST. [<i>T. vetulus</i> , <i>Callistotapes</i>]	n1	n2		
<i>Tellina</i> sp.		n3		b2
„ <i>planata</i> L. [<i>Peronea</i>]	n1			
„ cfr. <i>donacina</i> L. [<i>Moerella</i>]	n1			
„ cfr. <i>compressa</i> BR. [<i>Oudardia</i>]	n1			
„ <i>ottnangensis</i> R. HORN.				b2
<i>Solenocurtus candidus</i> REN. [<i>Macha</i> , — f.				
<i>Psammosolen strigillatus</i> L.]	n1			
„ <i>antiquatus</i> PULTN. [<i>Azor</i> , — f.				
<i>Psammosolen coarctatus</i> GIMEL.]	n1			
<i>Lutraria</i> sp.		n3		
„ <i>oblonga</i> CHEMN. [<i>L. lutraria</i> L. var.,				
<i>Psammophila</i>].	n1			
<i>Corbula</i> sp.	n1	n2		
„ <i>revoluta</i> BR.		n2		
„ <i>carinata</i> DUJ.	n1	n2	n3	
„ <i>carinata</i> mut. <i>hörnési</i> BEN.	n1			
„ <i>gibba</i> OLIV.	n1	n2	n3	b1 b2
„ „ var. <i>curta</i> LOC.			n3	b1
<i>Cardilia deshaysi</i> HORN.		n2		
<i>Panopaea menardi</i> DESH. [<i>glycimeris</i>]	n1			
<i>Pholadomya</i> sp.	n1			
<i>Thracia</i> sp.	n1			
„ <i>convexa</i> WOOD. var.		n3		
<i>Cuspidaria</i> nov. sp. (<i>Neaera</i>)				b2
<i>Teredo norvegica</i> SPENG.	n1			
<i>Pinna brochii</i> D'ORB. (<i>P. pectinata</i> L. var.				
<i>brochii</i>)	n1			
<i>Lima inflata</i> CHEMN. (<i>Mantellum</i>)		n2		
<i>Pecten</i> sp (f. <i>P. beudanti</i> BAST.)	n1	n2	n3	b2
„ <i>beudanti</i> BAST. (f. <i>P. sp.</i>)				
„ <i>aduncus</i> EICHW.	n1			
„ <i>revolutus</i> MICH.	n1			

<i>Pecten leythianus</i> PARTSCH (<i>Flabellipecten</i> ,				
<i>f. P. flabelliformis</i>	n1	n2		
" (<i>Flabellipecten</i>) sp.	n1	n2	n3	
" <i>incrassatus</i> PARTSCH (<i>Ammussiopecten</i>)				
<i>f. P. besser</i> ANDRZ.)	n1			
" <i>latissimus</i> BR. (<i>Grandipecten</i> , <i>f.</i>				
<i>Macrochlamys</i> , <i>f. P. nodosissimus</i>)	n1			
<i>Amussium denudatum</i> RSS. (<i>Pecten</i>)				
(<i>A. corneum</i> SOW. var. <i>denudata</i>)				b2
" <i>cristatum</i> BRONN. (<i>Pecten</i>)		n2	n3	b1 b2
<i>Chlamys</i> sp. (<i>Pecten</i>)	n1	n2	n3	b2
" <i>elegans</i> ANRZ. (<i>Pecten</i>)	n1		n3	
" <i>tauperstriata</i> SACC. (<i>Pecten</i> , <i>f.</i>				
<i>P. substriatus</i>)	n1			
" <i>scabrella</i> LK. var. (<i>Pecten</i> , <i>Aequipecten</i>)	n1	n2		
" <i>malvinae</i> DUB. (<i>Pecten</i> , <i>Aequipecten</i> ,				
<i>Ae. opercularis</i> L. var. <i>miotransversa</i>				
SCHFF.)	n1			
<i>Spondylus crassica</i> LK.		n2		
<i>Plicatula mytilina</i> PHIL.			n3	
<i>Anomia</i> sp. (<i>f. A. burdigalensis</i>)	n1	n2		
" <i>ephippium</i> L. et var. (<i>f. A. costata</i> BR.)	n1	n2		
<i>Ostrea</i> sp.	n1	n2		b1
" <i>digitalina</i> DUB. (<i>f. O. edulis</i> L. var.				
<i>adriatica</i> LK.)	n1	n2	n3	
" <i>lamellosa</i> BR. (<i>f. O. edulis</i> L. var.				
<i>lamellosa</i>)	n1	n2	n3	
" <i>fimbriata</i> GRAT.		n2	n3	
" cfr. <i>crassica</i> SOW.	n1			
" <i>crassissima</i> LK. (<i>Crassostrea</i>)	n1			
" <i>plicatula</i> GM. LK. (<i>Alectryouia</i>).	n1			
" <i>cochlear</i> POLI. (<i>Pycnodonta</i>)				b1
<i>Pycnodonta cochlear</i> POLI. (s. <i>Ostrea</i>)				
<i>Modiola</i> sp.		n2		
<i>Lithodomus avitensis</i> MAY. (<i>f. L. lithophagus</i>)	n1			
<i>Scurria pileata</i> BON. (<i>Patella</i>)	n1	n2		
<i>Fissurella italica</i> DEFR. (<i>f. F. graeca</i>).	n1			

<i>Turbo</i> sp.	n1			
„ <i>rugosus</i> L. (<i>Dolma</i>) (f. <i>B. meynardi</i> MICH.)	n1			
<i>Trochus</i> sp.	n1	n2		
„ <i>miliaris</i> BR. [<i>Ampullotrochus</i>]				
[<i>A. miliaris</i> var.]		n2		
„ <i>patulus</i> BR., — [<i>Oxystele</i>]	n1	n2		
<i>Neritina picta</i> FER.		n2	n3	
<i>Fossarus burdigalensis</i> D'ORB. [f. <i>F. costatus</i> BR.]			n3	
<i>Calyptrea chinensis</i> L.		n2	n3	
<i>Natica</i> sp.	n1			
„ <i>millepunctata</i> LK. [pro parte <i>N.</i>				
<i>epiglottina</i> var. et <i>N. tigrina</i> DEFR.]	n1	n2	n3	
„ <i>olla</i> SERR. [<i>Neverita</i>] [f. <i>josephinia</i> RISS.]		n2	n3	
„ <i>proredempta</i> SACC. [<i>Polinices</i>] [f. <i>N.</i>				
<i>redempta</i> MICH.]	n1	n2	n3	
„ <i>helicina</i> BR. [<i>Naticina</i> , — f. <i>N. catena</i>				
da COSTA. var. <i>helicina</i> BR.]		n2	n3	b1 b2
<i>Paludina acuta</i> DRAP. [f., — <i>Hydrobia ventrosa</i>				
MONT.]				
„ sp.		n2		
„ <i>immutata</i> FRNF.		n2		
<i>Hydrobia ventrosa</i> MONT. [f. <i>Paludina acuta</i>				
DRAP.]		n2		
<i>Rissoina pusilla</i> BR.	n1			
<i>Rissoa</i> sp.	n1			
„ <i>clotho</i> HORN.			n3	
„ <i>moulinsi</i> D'ORB		n2	n3	
„ <i>costellata</i> GRAT. [<i>Alaba</i>]		n2		
„ <i>montagui</i> PAYR. [<i>Alvania</i>]	n1	n2		
„ <i>lachesis</i> BAST. [<i>Setia</i>]		n2	n3	
„ „ var. <i>laevis</i> HORN. [<i>R. laevis</i>				
HORN.]			n3	
<i>Scalaria torulosa</i> BR. [<i>Turriscala</i>]	n1			
„ <i>scacchii</i> HORN. [<i>Nodiscala</i>]		n2		
<i>Turritella</i> sp.	n1		n3	
„ <i>turris</i> BAST.	n1	n2	n3	b2
„ <i>terebialis</i> LK.			n3	

<i>Turritella subangulata</i> BR. [<i>Zaria</i> .]	n1	n2	n3	b1	b2
„ <i>vermicularis</i> BR. [<i>Haustator</i>]	n1				
„ <i>archimedis</i> BRONG. [<i>Archimediella</i>]	n1	n2	n3		
„ <i>bicarinata</i> EICHW. [<i>Archimediella</i>]					
(<i>A. bicarinata</i> var. <i>subnocincta</i> SACC.,	n1	n2			
„ nov. sp.)	n1				
<i>Vermetus intortus</i> LK. [<i>Petalconchus</i>]	n1	n2	n3		
<i>Chemnitzia</i> sp.			n3		
<i>Turbonilla costellata</i> GRAT.			n3		
„ <i>pusilla</i> PHIL.		n2			
„ ex. <i>gracilis</i> SACC. [<i>Pyrgolampros</i> , —					
f. <i>T. gracilis</i> BR.]		n2			
„ <i>subumbilicatoides</i> SACC. [<i>Eulimella</i> , —					
f. <i>T. subumbilicata</i> GRAT.]		n2			
<i>Odontostomia conoidea</i> BR. [f. <i>Odontostomia</i>					
<i>plicatum</i> MONT.]					
<i>Niso terebellum</i> CHEMN.					b2
<i>Cerithium</i> sp.	n1				
„ <i>pygmeum</i> PHIL.		n2			
„ <i>crenatum</i> BR. var.	n1				
„ <i>minutum</i> SERR. [<i>C. pötzleinsdorfense</i>					
SACC.]	n1				
„ <i>scabrum</i> OLIV. [<i>Bittium</i> , —					
<i>B. reticulatum</i> COSTA. var.					
<i>pliolatreillii</i> SACC.]	n1	n2			
„ <i>spina</i> PARTSCH. [<i>Bittium</i>]			n3		
„ <i>rubiginosum</i> EICHW. [<i>Pithocerithium</i>]		n2			
„ <i>pictum</i> BR. [<i>Potamides C. mitrale</i>					
EICHW.]	n1	n2			
„ <i>bidentatum</i> DEFR. var. [<i>Potamides</i> ,					
<i>Clava</i> , <i>Terebralia</i> , — f. <i>C. lignitarum</i>					
EICHW.]		n2			
„ <i>dubosi</i> HORN. [<i>Terebralia</i> , —					
<i>C. lignitarum</i> EICHW.]		n2			
„ <i>doliolum</i> BR. [<i>Pithocerithium</i> , —					
<i>C. turonicum</i> MAY.]	n1	n2			
<i>Chenopus</i> sp. (?)				b1	

<i>Chenopus pespelecani</i> PHIL. [f. <i>Aporrhais</i> , — f. <i>C. h. alatus</i> EICHW.]		n2	n3	b1	b2
<i>Strombus coronatus</i> DEFR.	n1	n2			
<i>Cypraea</i> sp.	n1				
„ <i>globosa</i> DUJ. (<i>Luponia</i>)		n2			
„ <i>amygdalum</i> BR. (<i>Aricia</i>)	n1				
„ <i>lanciae</i> BRUS. (<i>Aricia</i> , — f. <i>C. pyrum</i>)		n2			
<i>Erato laevis</i> DON.	n1	n2			
<i>Cassis saburon</i> LK. (<i>Semicassis miolaevigata</i> SACC.)					b2
<i>Pyrula</i> (<i>Melongena</i>) sp.		n2			
„ (<i>Tudicla</i> , <i>Spirilla</i>) <i>rusticula</i> BAST.	n1				
„ <i>condita</i> BROG. (<i>Ficula</i>)	n1				
„ <i>geometra</i> BORS. (<i>Ficula</i>)					b2
<i>Columbella</i> sp.	n1	n2	n3		b2
„ <i>subulata</i> BELL. [<i>Tetrastomella</i>]			n3		
„ <i>scripta</i> BELL. [<i>Mitrella</i>]	n1				
„ <i>carinata</i> HILB. [<i>Mitrella</i>]	n1				
<i>Buccinum</i> sp.	n1			b1	b2
„ <i>prismaticum</i> BR. [? <i>Nassa limata</i> CHEMN. var.]			n3		
„ <i>badense</i> PARTSCH [<i>Zeuxis</i>]					b2
„ <i>hörnesi</i> MAY. [<i>Zeuxis</i>]					b2
„ ex aff. <i>restitutianum</i> FONT. [<i>Zeuxis</i>]					b2
„ <i>subquadrangulare</i> MICH. [<i>Niotha</i>]					b2
„ <i>schönni</i> H. et AU. [<i>Niotha</i> , — f. <i>B. mutabile</i> L.]		n2	n3		
„ <i>schönni</i> — <i>dujardini</i> form. interm.		n2			
„ <i>miocenicum</i> MICH. [<i>Uzita</i>]		n2			
„ <i>inconstans</i> H. et AU. [<i>Caesia</i>] <i>Niotha dujardini</i> DESH. [f. <i>B. costulatum</i> BR.]		n2	n3		
„ <i>turbinellum</i> BR. [<i>Tritia</i>]		n2			
„ <i>rosthorni</i> PARTSCH [<i>Tritia</i>]		n2	n3		
<i>Murex</i> sp.	n1	n2	n3		b2
„ [<i>Muricida</i>] sp.					b2
„ <i>granuliferus</i> CIRAT. [<i>Chicoreus</i>]		n2			

<i>Murex craticulatus</i> L. [<i>Occenebra</i>]	n2	n3		
„ <i>dertonensis</i> MAY. (<i>Occenebra</i>)	n2			
<i>Ancillaria glandiformis</i> LK.	n1			
<i>Cancellaria</i> sp.		n2		
„ <i>lyrata</i> BR. (<i>Sveltia</i>)			n3	
„ <i>varicosa</i> BR. (<i>Sveltia</i>)		n2	n3	
„ <i>spinifera</i> GIRAT. (<i>Gulia</i> , — <i>G. geslini</i> BAST. var. <i>crassopostica</i> SACC.		n2		
„ <i>hidasensis</i> H. et AU. (<i>Trigonostoma</i>)				n3
„ <i>scrobiculata</i> HORN. (<i>Trigonostoma</i>)		n2		
<i>Terebra</i> sp.	n1			
„ <i>fuscata</i> BR. (<i>Acus</i> , <i>Subula</i> , — <i>T. modesta</i> TRIST.)		n2		
„ <i>Basteroti</i> NYST. (<i>Strioterebrum</i>) <i>S. pliocenicum</i> FONT.)		n2		
<i>Pleurotoma</i> sp.			n3	
„ <i>incrassata</i> DUJ. (<i>Drillia</i>)				b1
„ <i>rugolosa</i> PHIL. (<i>Mangelia</i> , — f. <i>P. Vauquelinii</i> PAYR.		n2		
<i>Conus</i> sp.	n1	n2	n3	
„ <i>ponderosus</i> BR. (<i>Rhizoconus</i>)	n1			
„ <i>mercati</i> BR. (<i>Lithoconus</i>)	n1	n2		
„ <i>dujardini</i> DESH. (<i>Septonconus</i>)		n2	n3	
„ <i>brezinae</i> H. et AU. (<i>Leptoconus</i>)			n3	
<i>Ringicula buccinea</i> DESH.				b2
<i>Bulla</i> sp.	n1			
„ <i>miliaris</i> BR.		n2		
„ <i>utricula</i> BR. (<i>Roxania</i>)		n2		
„ <i>truncatula</i> BRUG. (<i>Retusa</i> , — f. <i>B. truncata</i> ADAMS.)		n2		
„ <i>convoluta</i> BR. [<i>Bullinella</i> , — <i>B. cylindracea</i> PENN. var. <i>convoluta</i> BR.]		n2		
<i>Pteropodum</i>				b1
<i>Dentalium</i> sp.	n1	n2	n2	n3
„ <i>sexangalum</i> SCHROTH.				n3
„ <i>badense</i> PARTSCH (<i>Entalis</i>)				n3

Dentalium cfr. *novemcostatum* LK. (*Antale*) n3

Arthropoda :

<i>Balanus</i> sp.		n2	
<i>Balanus concavus</i> BRONN.	n1	n2	
<i>Cythere haueri</i> RÖM.		n2	n3
„ <i>trigonella</i> Rss.		n2	
„ <i>cicatricosa</i> Rss.			n3
„ <i>punctata</i> MUNST.		n2	
„ <i>fastigiata</i> Rss.		n2	
„ <i>plicatula</i> Rss.		n2	n3
„ <i>punctatella</i> Rss.		n2	
„ <i>hastata</i> Rss.			n3
„ <i>cinctella</i> Rss.		n2	
„ <i>galeata</i> Rss.		n2	
„ <i>angulata</i>			n3
<i>Cytheridea mülleri</i> Mst.		n2	n3
<i>Bairdia exilis</i> Rss.		n2	
„ <i>heterostigma</i> Rss.			n3
„ <i>fabacea</i> Rss.			n3

Vertebrata.

<i>Otolithus</i>		n3	b1	b2
„ (<i>Merlucius</i>) sp.				b2
<i>Lamna</i> sp.		n2		
<i>Carcharodon</i> sp.	n1			

Der Schlier Ungarns.

Der Schlier ist eine der bezeichnendsten Tiefseebildungen im europäischen Tertiär; seine Tiefseeeigenschaft wird kaum bestritten. In Österreich, wo er zuerst eingehender studiert wurde, enthält er eine von den übrigen Miozän-schichten sehr abweichende Fauna. In Italien steht der Schlier schon den tonigen Mediterranbildungen der Badener Fazies viel näher, in Ungarn aber [hauptsächlich im Mecsek-Gebirge] sind die beiden Fazies voneinander kaum zu trennen.

Im Schlier fehlen alle Fossilien der seichteren und mittleren neritischen Zone, die großen Muscheln, starken Schnecken, dickschaligen Echinoideen, konstruktiven Korallen und Bohrmuscheln sind darin nicht zu finden. Unter den Arten des tieferen Neritikums sind im Schlier auch nur

die vorhanden, die eigentlich in der Badener Tegelfazies heimisch sind [*Arca diluvii*, *Venus multilamella*, *Meretrix islandicoides*, *Turritella turris*]; die Molluskenfauna ist also der des Badener Tegels am ähnlichsten, doch entbehrt sie auch seine wenigen Flachseccarten. Die nur im Schlier auftretenden Mollusken zeigen nie eine Anpassung an die Wasserbewegungen d. h. an die Flachsee. Stellenweise kommen im Schlier [hauptsächlich in sandigem Ton] Einzelkorallen [*Flabellum* etc.] vor, die auch zu den bathyalen Lebensgemeinschaften gehören. Die Foraminiferenfauna des Schliers ist gewöhnlich reich; *Globigerina*, *Cristellaria*, *Nodosaria*, *Textularia carinata* wiegen darin vor. Ein großer Teil der Arten ist auch rezent; ihre Heimat ist die bathyale Tiefenregion [wenn sie kein planktonisches Leben führen]. Unter den heutigen Meeresedimenten ähnelt der Schlier, der Fauna wie der Gesteinsart nach, am meisten dem blauen Schlick. In einigen Vorkommnissen geht der normale Schlier in solche Abarten über, in denen die planktonischen Foraminiferen massenhaft, sogar gesteinsbildend auftreten. All das deutet darauf hin, daß der Schlier die unter dem Badener Tegel folgende bathymetrische Stufe d. h. die tiefere Zone der bathyalen Region einnimmt.

Die bezeichnenderen Arten des Schliers vom Mecsek-Gebirge in Südungarn sind die folgenden. [Meine Studien über den Schlier Ungarns werden bald veröffentlicht; hier verwende ich ihre Ergebnisse].

Textularia carinata D'ORB.

Arca diluvii LK.

Dentalina elegans D'ORB.

Lucina spinifera MTG.

Nodosaria soluta var. *emaciata* RSS.

Tellina ottnangensis R. H.

Cristellaria calcar L.

Corbula gibba OLIVI

„ *cultrata* MONTF.

Natica helicina BR.

Globigerina bulloides D'ORB.

Cenopus pespelecani PHIL.

Pullenia sphaeroides D'ORB.

Buccinum ex. aff. *restitutum*

Pecten cristatus BRONN

anum FONT.

„ *denudatus* RSS.

Das andere wichtige Schliergebiet Ungarns ist das Cserhát-Gebirge; die hiesigen Schlierfaunen scheinen zoogeographisch von denen des Mecsek-Gebirges bedeutend abzuweichen. In beiden Gebieten kommen

Pecten denudatus

Cuspidaria nov. sp.

Leda fragilis

Natica helicina

Arca diluvii

Buccinum ex. aff. *restitutum*

Lucina spinifera

vor; es sind auf das Mecsek-Gebirge beschränkt:

Pecten cristatus
Nucula mayeri
Meretrix islandicoides

Turritella subangulata
Cenopus pespelecani

während im Mecsek fehlen und im Cserhát vorhanden sind :

Leda fragilis var.

*Calyptrea chinensis**

„ *clavata*

Ancillaria glandiformis

Lucina wolffi

Genota ramosa

Solenomya doderleini

Ringicula buccinea

Anatina fuchsi

Im Cserhát gibt es noch verschiedene Ausbildungen des Schliers. Die zwei Haupttypen sind die gelbbraunen, sandigen Tone und die graublauen, zähen Mergel. In den letzteren befinden sich die besseren Faunen; in den sandigen Tönen sind Einzelkorallen (*Flabellum*) sehr häufig, übrigens ist aber ihre Fauna nur an Individuen, jedoch nicht an Arten reich.

Wie schon erwähnt, gehen stellenweise auch die Schlierschichten des Cserhát-Gebirges (wie die des Mecsek-Gebirges) oben in die Bildungen kleinerer Meerestiefen über.

Das Schliervorkommen in Donja Tuzla in Bosnien, also in der südlichen Fortsetzung des bisher behandelten Schliergebiets verdient eingehender behandelt zu werden. R. J. SCHUBERT (44 a., 44 b.) hat von den hiesigen Schliertönen eine sehr reiche Foraminiferenfauna beschrieben, die sich als eine typische Tiefseefauna erweist.

Ammodiscus incertus D'ORB.

Lagena sulcata W. et J.

Spiroloculina limbata D'ORB.

Fronicularia ex aff. *mucronata*

„ cfr. *tenuis* CZI.

KARR.

Quinqueloculina cfr. *triangularis*
 D'ORB.

Plectofronicularia striata HNTK.

Spiroplecta (*Textularia*) cfr. *grammen* D'ORB.

Planispirina celata SEG.

Dentalina scripta D'ORB. (h).

„ „ *sagittula* DEFR.

„ *verneilli* D'ORB.

„ „ *carinata* D'ORB.

„ *consobrina* D'ORB.

„ „ *deperdita* D'ORB.

„ *mucronata* NEUG.

Bigerina nodosaria D'ORB.

„ cfr. *obliqua* L.

Triglerina capreolus D'ORB.

Nodosaria venusta RSS.

Bulimina elongata D'ORB.

„ ex aff. *longiscata* D'ORB.

„ *pupoides* D'ORB.

* sehr kleine Gestalt.

<i>Bulimina ovata</i> D'ORB.	<i>Globigerina trilobata</i> RSS.
„ cfr. <i>pyrula</i> D'ORB.	„ <i>bilobata</i> D'ORB.
<i>Bolivina dilatata</i> RSS.	„ <i>aequilateralis</i> BR.
„ <i>textilaroides</i> RSS.	<i>Pullenia sphaeroides</i> D'ORB.
<i>Uvigerina tenuistriata</i> RSS.	<i>Rotalia orbicularis</i> D'ORB. (h)
<i>Ramulina laevis</i> JONES	„ <i>soldanii</i> D'ORB.
<i>Virgulina schreibersiana</i> CIZ. (h)	<i>Truncatulina dutemplei</i> D'ORB.
<i>Polymorphina problema</i> D'ORB.	„ <i>lobatula</i> W. et Y.
„ <i>oblonga</i> D'ORB.	<i>Nonionina bouéana</i> D'ORB. (h)
<i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.	<i>Polystomella macella</i> F. et M.

Daneben gibt es in der Makrofauna noch

<i>Pecten denudatus</i> RSS.	<i>Aturia aturi</i> BAST.
<i>Solenomya doderleini</i> MAY.	<i>Brissopsis ottmangensis</i> R. H.

die die Angehörigkeit der Ablagerung zum Schlier beweisen.

Gleichfalls bei Donja Tuzla, neben der ärarischen Tiefbohrung Nr. 15. hat Prof. F. SCHAFARZIK eine Schlierbildung entdeckt, in der die Globigerinen sozusagen gesteinsbildend auftreten und stellenweise fast die Hälfte des Gesteinsvolumens ausmachen [jedoch nicht die Hälfte des Gewichts]. Infolge dieses Reichtums an planktonischen Foraminiferen betrachte ich diese Bildung schon als eine abyssische Ablagerung; darunter soll aber nur eine Tiefe unter 1000 m verstanden werden, also tiefer als der normale Schlier, jedoch noch dem heutigen Blauschlick entsprechend. F. SCHAFARZIK hat mir dieses Material zur Bearbeitung übergeben; ich habe die folgenden Arten daraus bestimmt:

<i>Lituola</i> sp.	<i>Lagena hispida</i> var. nov.
<i>Astrorhiza</i> sp.	<i>Nodosaria</i> sp.
<i>Spiroloculina tenuis</i> C.JZ.	„ <i>communis</i> D'ORB.
<i>Biloculina affinis</i> D'ORB.	„ „ var. <i>emaciata</i> RSS.
<i>Miliolina férussaci</i> D'ORB.	<i>Glandulina laevigata</i> D'ORB.
„ <i>linnéana</i> D'ORB.	<i>Bulimina pupoides</i> D'ORB.
<i>Textularia gramen</i> D'ORB.	<i>Cristellaria calcar</i> L.
„ ex aff. <i>globigera</i>	„ <i>cultrata</i> MONTF.
„ <i>sagittula</i> DEFR. var.	„ <i>reniformis</i> D'ORB.
<i>Lagena gracillima</i> SEG.	„ <i>rotulata</i> (?)
„ <i>apiculata</i> RSS.	<i>Uvigerina</i> nov. sp.
„ <i>hispida</i> D'ORB.	<i>Polymorphina</i> sp.

<i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.	<i>Serpula</i> sp.
„ „ var. (h)	<i>Brissopsis ottangensis</i> R. H.
„ <i>conglobata</i> D'ORB.	<i>Pecten denudatus</i> Rss.
„ <i>inflata</i> D'ORB.	<i>Natica</i> cfr. <i>helicina</i> Br.
<i>Pullenia sphaeroides</i> D'ORB.	<i>Vaginella</i> sp.
<i>Rotalia</i> sp.	„ <i>acutissima</i> Aud.
„ <i>praecincta</i> KARR.	<i>Limacina</i> nov. sp.
„ <i>orbicularis</i> D'ORB.	Ostracoden=Schalen
<i>Truncatulina</i> sp.	Haifisch=Zähne
„ <i>dutemplei</i>	<i>Otolithus</i> sp.

[Die Beschreibung der neuen Arten bezw. Varietäten behalte ich mir vor.]

Das Mediterran des Báner Gebirges.

Aus dem Báner Gebirge in Südungarn stehen bisher nur wenige bearbeiteten Mediterranfaunen zur Verfügung (29), die aber schon die mannigfaltigen Faziesentwicklungen dieser Gegend verraten. Die Faunen zeigen große Abweichungen von den Mediterranfaunen des ungarischen Mittelgebirges, sogar von der des Mecsek-Gebirges. Hauptsächlich befindet sich hier eine typische Pleurotomeentonbildung, wie sie sonst in Mittlungarn nicht vorkommt.

1. Zu den seichteren neritischen Bildungen gehört der kalkige Sandstein westnordwestlich vom Bán-Berge, südöstlich vom dorfe Bán. Es kommen darin vor:

<i>Schisaster</i> sp.	<i>Mastra</i> sp.
<i>Pecten aduncus</i> EICHW.	<i>Panopaea menardi</i> DESH.
<i>Meretrix gigas</i> LK.	<i>Pholadomya alpina</i> MATCH.
<i>Dosinia lincta</i> PULTN.	<i>Thracia pubescens</i> PULTN.
<i>Tellina donacina</i> L.	<i>Turritella cathedralis</i> BRONG.
„ <i>lacunosa</i> CHEMN.	<i>Pyrula cingulata</i> BRONN
<i>Solenocurtus candidus</i> REN.	<i>Ancillaria glandiformis</i> LK.
<i>Azor antiquatus</i> PULTN.	

Die großen, dickschaligen *Pecten*, *Meretrix*, *Panopaea*, *Pholadomya*, dann *Tellina lacunosa* und *Turritella* sind die bezeichnenden Arten der seichteren neritischen Zone.

Aus einer Lithothamnienkalkbildung soll ein *Pecten latissimus* Br. aus dem Steinbruch von Baranyavár stammen.

2. Die mittlere Zone der neritischen Region wird am besten durch den im Baranyavárer Steinbruch aufgeschlossenen Mergelkalk vertreten, dem die bekannten neuen Brachiopodenarten von MATYASOVSKÝ entstammen. Dies ist eine typische Bryozoenbildung mit den zahlreichen kleinen, verzästelten Bryozoen, kleinen Brachiopoden und großen Seichtwasserforaminiferen. Die Fauna ist die folgende:

<i>Bolivina</i> sp.	<i>Crisia subaequalis</i> RSS.
<i>Rotalia</i> sp.	<i>Tubucellaria cereoides</i> S. et E.
<i>Amphistegina hauerina</i> D'ORB.	<i>Hornera</i> sp.
<i>Polystomella crispa</i> D'ORB.	<i>Idmonea</i> sp.
<i>Heterostegina costata</i> D'ORB.	<i>Filisparsa</i> sp.
„ <i>simplex</i> D'ORB.	<i>Argiope baanensis</i> MATY.
<i>Cidaris</i> sp.	„ <i>baranyensis</i> MATY.
<i>Scrupocellaria elliptica</i> RSS.	„ <i>böckhi</i> MATY.
<i>Porella cervicornis</i> PALL.	„ <i>hoffmani</i> MATY.
<i>Cellepora</i> sp.	<i>Terebretulina parva</i> MATY.
<i>Retepora cellulosa</i> SMITT.	<i>Pecten</i> sp.

Eine arme nicht charakteristische Fauna kommt in dem sandigen Mergel südlich von Bán, nordöstlich vom Árki-Berge vor. Es gibt darin Tiefseearten, wie *Pecten cristatus*, *Chlamys baranyensis*, Seichtwasserarten wie *Pecten aduncus*, *Solen*. Die gemischten Charaktere weisen auf mittlere Tiefen hin. Ich bestimmte aus dieser Fundstätte

<i>Lima</i> sp.	<i>Venus Dujardini</i> DESH.
<i>Pecten aduncus</i> EICHW.	<i>Tellina</i> sp.
„ <i>cristatus</i> BRONN.	<i>Solenocurtus candidus</i> REN.
„ <i>baranyensis</i> MATY.	<i>Pharus legumen</i> L.
<i>Diplodonta rotundata</i> MONT.	<i>Thracia pubescens</i> PULTN.
<i>Venus</i> sp.	

3. Noch mehrere Formen der größeren Tiefen gibt es in einer anderen Fauna eines gelblich grauen Mergels nordwestlich vom Árki-Berge in der Umgebung von Bán:

<i>Nucula nucleus</i> L.	<i>Dosinia lincta</i> PULTN.
<i>Leda fragilis</i> CHEMN.	<i>Trochus</i> sp.
<i>Arca</i> cfr. <i>diluvii</i> LK.	<i>Natica</i> sp.
<i>Diplodonta rotundata</i> MONT.	<i>Pleurotoma</i> sp.

Diese Bildung kann schon in die tiefere neritische Zone eingeteilt werden, obwohl die Armut der Fauna eine sichere Faziesbestimmung nicht ermöglicht.

4. Eine vorzüglich erhaltene reiche Fauna kommt in einer gelblichen Tonschicht im Steinbruch von Bán vor:

- Cristellaria* sp.
Truncatulina sp.
Polystomella ex aff. *aculeata* D'ORB.
Pecten aduncus EICHW.
Chlamys baranyensis MATY.
Nucula nucleus L.
 " *mayeri* HORN.
 " *placentina* LK. var.
Leda fragilis CHEMN.
Arca diluvii LK.
Lucina borealis L.
 " *multilamellata* DESH.
Diplodonta rotundata MONT.
Circe minima MONT.
Meretrix islandicoides LK.
Venus subplicata D'ORB.
Tapes eremita BR. (?)
Tellina sp.
 " *donacina* L.
Solenocurtus candidus REN.
Azor antiquatus PULTN.
Corbula gibba OLIV.
Pleurodesma mayeri HORN.
Solarium carocollatum LK.
Natica helicina BR.
Turritella cathedralis BRONG.
 " *archimedis* BRONG.
 " *turris* BAST.
Caecum trachea L.
Cerithium scabrum OLIV.
Erato laevis DON.
Chenopus pespelecani PHIL.
Columbella sp.
 " *fallax* H. et AU.
- Buccinum* sp.
 " *hilberi* H. et AU.
 " *semistratum* BR.
 " *restitutionum* FONT.
 (übergang zu *B. hörnesi* MAY.)
Murex craticulatus L.
Fusus mitraeformis BR.
Fasciolaria burdigalensis
Pyrula ex aff. *clava* BAST.
 " *geometra* BORS.
Cancellaria contorta BAST.
 " *varicosa* BR. var.
Terebra sp.
Pleurotoma coronata MUNST. var.
 lapugyensis H. et AU.
Pleurotoma (Drillia) allionii BELL.
 " (*Surculla*) *lamarcki* BELL.
 " (*Genota*) *ramosa* BAST.
 " (*Clavatula*) *jouanneti* DESM.
 " " *asperulata* LK.
 " " cfr. *rosaliae*
 " " H. et AU.
 " " *susannae*
 " " H. et AU.
 " " *sophiae*
 " " H. et AU.
 " " *szontaghi*
 STRAUZ
 " ex aff. *detexta* BELL.
 " *cacellensis* da COSTA.
Conus sp.
 " *dujardini* DESH.
 " (*Leptoconus*) nov. sp. ind.
Dentalium entalis L.

Diese Fauna ist eine unverkennbare Vertreterin der Badener Tegelfazies d. h. der seichteren bathyalen Pleurotomeentonfazies. Doch ist darin z. B. *Pecten aduncus* eine Art der seichtesten Fazies; einige Seichtwasserformen kommen aber eben in den reichsten Tiefwasserfaunen vor, die, wie ich schon vorhin bemerkt habe, wegen der günstigen Lebensverhältnisse auch einige eigentlich in anderen Fazies heimischen Arten zu enthalten pflegten.

Das Miozän Maltas.

Die Insel Malta ist aus miozänen Meeressedimenten aufgebaut, unter denen der Globigerinenkalk als Tiefseebildung öfter in der Faziesliteratur erwähnt wurde. Die Ablagerungen von oben nach unten scheinen stetig zunehmenden Wassertiefen zu entsprechen.

1. Die jüngsten Obermediterranschichten auf der Insel Malta sind Kalke, die die gewöhnlichen Leithakalkfaunen enthalten (45 u. 46) und gehören gewiß in die seichtere Zone der neritischen Region; das Vorhandensein von *Haliotis volchynica* weist sogar auf Litoralbildungen hin. In den Leithakalkfaunen sind nur die Echinodermengattungen *Brissus* und *Brissopsis* (47) etwas fremdartig. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß sie von irrtümlichem Sammeln herrühren.

2. Unter den Leithakalken liegt der sog. Grünsand, eine glaukonitreiche, sandige Bildung, die z. T. noch der seichteren neritischen Zone, z. T. aber auch schon einer etwas tieferen Fazies entspricht. Mehrere Arten der Leithakalkfazies sind darin noch vorhanden, so unter den großen, dickschaligen Muscheln

Pecten aduncus EICHW.

Tapes vetula BAST.

Ostrea lamellosa BR.

Pholadomya alpina MATCH.

Cardium hians BR.

und auch die Echinoideen

Clypeaster altus LESKE

Heteroclypeus subpentagonalis

„ *marginatus* LK.

GREG.

Heteroclypeus hemisphaericus LK. *Echinolampas hemisphaericus* LK.

„ *wrighti* GREG.

sind in den seichtesten neritischen Ablagerungen heimisch. Daneben treten aber auch die Bryozoen so maßenhaft auf, daß man das Vorhandensein der Bryozoenfazies und so der mittleren neritischen Bildungen voraussetzen muß. In Zusammenhang mit dem Grünsand kommt auch *Heterosteginenkalk* vor; als ein Seichtwasserforaminiferensediment [s. Allg. Teil, Kap., VI. 9]

muß dies auch in die seichtere neritische Zone eingeteilt werden. Aus dem Grünsande werden noch die Muscheln *Pecten cristatus* BRONN und *Ostrea* (*Pycnodonta*) *coclear* POLI zitiert: diese weisen darauf hin, daß der Grünsand auch gegen die tieferen [bathyalen] Liegendeschichten einen Übergang bildet.

3. Die folgende ältere Schicht ist der „Blue-Clay“ von Murray, aus dem TH. FUCHS (48) die folgende Fauna beschrieben hat:

<i>Clavulina communis</i> D'ORB.	<i>Rotalia soldanii</i> D'ORB.
„ <i>cylindrica</i> HNTK.	<i>Flabellum</i> sp.
<i>Nodosaria beyrichi</i> NEUG.	<i>Spatangus</i> sp.
„ <i>hispidus</i> D'ORB.	<i>Pecten denudatus</i> RSS.
„ <i>bacillum</i> DEFR.	„ <i>cristatus</i> BRONN
<i>Dentalina elegans</i> D'ORB.	„ <i>koheni</i> FUCHS (ex. aff.
„ <i>pauperata</i> D'ORB.	„ <i>spinulosus</i>)
„ <i>verneuxi</i> D'ORB.	<i>Nucula</i> sp.
„ <i>approximata</i> RSS.	<i>Leda fragilis</i> CHEMN.
„ <i>zsigmondyi</i> HNTK.	„ <i>pellucida</i> PHIL.
<i>Vaginulina badensis</i> D'ORB.	<i>Astarte</i> sp.
<i>Marginulina behmi</i> RSS.	<i>Cardita</i> sp.
<i>Cristellaria arcuata</i> D'ORB.	<i>Lucina sinuosa</i>
<i>Robulina cultrata</i> MONTF.	<i>Xenophora testigera</i> BRONN
„ <i>echinata</i> D'ORB.	<i>Natica</i> sp.
„ <i>inornata</i> D'ORB.	<i>Scalaria melitensis</i> FUCHS
„ <i>imperatoria</i> D'ORB.	<i>Chenopus pespelecani</i> PHIL.
<i>Bulimina pyrula</i> D'ORB.	<i>Rostellaria</i> sp.
<i>Uvigerina pygmaea</i> D'ORB.	<i>Cassis</i> sp.
<i>Sphaeroidina austriaca</i> D'ORB.	<i>Nassa granularis</i> BORS.
<i>Textularia carinata</i> D'ORB.	<i>Murex</i> sp.
<i>Orbulina universa</i> D'ORB.	„ <i>virgatus</i> JAN.
<i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.	<i>Pleurotoma cataphracta</i> BR.
„ <i>bilobata</i> D'ORB.	„ <i>ramosa</i> BAST.
„ <i>trilobata</i> RSS.	<i>Mitra</i> sp.
<i>Truncatulina conica</i> CJZ.	<i>Marginella deshayesi</i> NYST
„ <i>dutemplei</i> D'ORB.	<i>Vaginella depressa</i> DAUD.
„ <i>ungheriana</i> D'ORB.	<i>Sepia</i> sp.
<i>Pulvinulina badensis</i> CJZ.	<i>Natilus aturii</i> BAST.

Sowohl die Foraminiferen, wie die Molluskenfauna enthält die bezeichnendsten Tiefseecarten; die bathyale Fazies dieser Bildung ist zweifellos; die Arten seichterer Wässer kommen darin gar nicht vor. Auffallend ist ihre Ähnlichkeit mit den bathyalen Elementen der gemischten Fauna von Zebegény. Das Alter dieser Schicht läßt sich aber sehr schwer bestimmen; es kann ebenso gut dem Schlier (Helvetien), wie dem Badener Tegel (Tortonien) entsprechen; TH. FUCHS (48) hielt es für ein Äquivalent des Schliers.

Stellenweise ist dieser Ton voll mit Globigerinen, was schon auf größere Tiefen hindeutet als die des normalen Schliers (wie z. B. in dem Schlier von Tuzla). Nach unten geht aber der Ton in Globigerinenkalk über, der 63—95% kohlensäuren Kalk enthält; die Globigerinen kommen darin gesteinsbildend vor. Daneben gibt es in der Fauna kleine *Pecten*, zahlreiche Vaginellen und unter den Echinodermen hauptsächlich Spatangiden

Brissopsis crescenticus WRIGHT *Schisaster parkinsoni* DEFR
Spatangus pustulosus WRIGHT *Hemiasster cotteaudi* WRIGHT
Pericosmus latus AG.

Diese Bildung, eigentlich die kalkige Ausbildung des Schliers müssen wir auf Grund ihres Reichtums an Globigerinen schon zu den abyssischen Ablagerungen rechnen.

Es soll noch erwähnt werden daß GREGORY (47) auch *Cidaris avinionensis*, *Scutella* und *Echinolampas* aus dieser Bildung zitiert, die in diese Tiefseefazies gar nicht hineinpassen; da hier nur einige Exemplare gegen die allgemeinen Charaktere dieser Fazies in Frage kommen, scheint mir wahrscheinlich zu sein, daß diese Fossilien nur aus Versehen in das Material hineingebracht wurden.

LITERATUR.

1. F. KARRER: Über das Auftreten der Foraminiferen in den Mergeln der marinen Uferbildungen (Leythakalk) des Wiener Beckens. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissenschaften. Wien, Mathemat. Naturw. Cl., Bd. 50., 1864.
2. TH. FUCHS: Über die locale Anhäufung kleiner Organismen und insbesondere über die Fauna von St. Cassian. Verhandlungen k. k. geolog. Reichsanstalt, 1871.
3. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrbuch für Mineral. etc., Beilage Bd. 2., 1883.
4. L. TEISSEYRE: Der podolische Hügelzug der Miodoboren als ein sarmatisches Bryozoen-Riff. Jahrbuch k. k. geolog. Reichsanstalt, 1884.
5. MICHALSKI: Sur la nature géologique de la chaîne de collines de Podolie, nommées „toltry.“ Bulletin de Comité Géolog. St. Petersbourg, vol. 14., 1895.

6. F. STÖHR: Die Radiolarienfauna der Tripoli von Grotte, Provinz Girgenti in Sicilien. *Paläontographica*, vol. 26.,
7. F. DREYER: Die Tripoli von Caltanissetta (Steinbruch Gessolungo) auf Sizilien. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft* Bd. 24., 1890.
8. D. DE STEFANI: Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. *Annals de la Société Géologique de Belgique*, tome 18., 1890—91.
9. TH. FUCHS: Über die bathymetrischen Verhältnisse der sogenannten Eggenburger und Gauderndorfer Schichten des Wiener Tertiärbeckens. *Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturw. Cl.*, Bd. 109., 1900.
10. O. ABEL: Studien in den Tertiärbildungen von Eggenburg. *Beiträge zu der Paläont. und Geol. Csterr. Ung. und d. Orients*, Bd. 11., 1898.
11. J. B. HARRISON et A. J. JUKES-BROWNE: The Oceanic Deposits of Trinidad. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 55., 1899.
12. R. J. LECHMERE GUPPY: Tertiary Microzoic Formations of Trinidad, West Indies. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 48., 1892.
13. TH. FUCHS: Über den Charakter der Tiefseefauna des Rothen Meeres. *Sitzungsberichte k. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturw. Cl.*, Bd. 110., 1901.
14. TH. FUCHS: Über ein neues Analogon der Fauna des Badener Tegels. *Verhandlungen k. k. geol. Reichsanstalt*, 1905.
15. N. ANDRUSSOW: Die fossile Briozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman Kijew, 1909—12.
16. E. HAUG: *Traité de Géologie*, II. 3., Paris, 1911.
17. W. DEECKE: Faziesstudien über europäische Sedimente. *Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg*, i. Br. 20., 1913—14.
18. SCHUBERT: Die Fischotolithen des österreich-ungarischen Tertiärs. *Jahrbuch k. k. geol. Reichsanstalt*, 1901, 1905, 1906.
19. O. ABEL: *Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit*. Jena, 1922.
20. O. ABEL: *Lehrbuch der Paläozoologie*. Jena, 1924. II. Auflage.
21. K. ANDRÉE: Das Meer und seine geologische Tätigkeit; W. SALOMON: *Grundzüge der Geologie*. I. 2., Stuttgart, 1925.
22. C. DIENER: *Grundzüge der Biostratigraphie*. Leipzig und Wien, 1925.
23. L. STRAUZ: Az északkeleti Cserhát toton faciesei. (Über die Fazies des Tortonien im Nordöstlichen Cserhát.) *Math. Term. tud. Értesítő*, Budapest 1922. (Nur ung.)
24. L. STRAUZ: Az északkeleti Cserhát mediterrán faciesei (Über die Fazies des Mediterrans im nordöstlichen Cserhát.) *Eötvös füzetek*, Budapest, 1924. (Nur ung.)
25. L. STRAUZ: Fáciestanulmány a tétényi lajtameszek. Über die Faziesverhältnisse der Tétényer Leithakalke. *Földtani Közöny* (Geologische Mitteilungen, Budapest,) 1923.
26. L. STRAUZ: A biai miocén. Über das Miozän von Bia. *Földtani Közöny* (Geologische Mitteilungen, Budapest), 1923.
27. L. STRAUZ: Zebegény és Nagymaros környékének felsőmediterrán rétegei. (Die Obermediterranschichten der Umgebung von Zebegény und Nagymaros.) *Annales Musei Nat. Hung.*, 1924.
28. L. STRAUZ: Die Mediterranschichten des Mecsek-Gebirges. *Geol. Pal. Abhandlungen N. F.* 15. Jena 1928.

29. L. STRAUZ: A báni hegység mediterrán rétegei. Die Mediterranschichten des Báner Gebirges. Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), 1926.

30. L. STRAUZ: Ujabb adatok Fót alsómediterrán faunájához. Neuere Daten zur untermediterranen Fauna von Fót. Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), 1925. (Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geolog. Gesellschaft am 15. Febr. 1922.)

31. L. STRAUZ: Adatok az Ipoly völgy vidékének geológiájához. Beiträge zur Geologie der Gegend des Ipolytales. Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), 1914.

32. L. STRAUZ: A sámsonházai felsőmediterrán. (Das Obermediterrän von Sámsonháza.) (Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geolog. Gesellschaft am 4. Oktober 1922.)

33. L. STRAUZ: Adatok a keleti Cserhát geológiájához (Daten zur Geologie des östlichen Cserhát). (Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geolog. Gesellschaft am 8. November 1922.)

34. W. KOERT: Meeresstudien und ihre Bedeutung für den Geologen. Naturwissensch. Wochenschrift, Neue Folge, Bd. 3., 1904.

35. J. WALTHER: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1893—1894.

36. F. SCHAFARZIK: A Cserhát piroxénandezitjei. Földt. Int. Évkönyve. (Jahrb. d. kgl. Ung. Geolog. Anstalt), Bd. 9., 1892.

37. ST. VITÁLIS: Adatok a Cserhát keleti részének geológiai viszonyaihoz. Math. Term. tud. Értesítő. (Mathemat. Naturw. Berichte aus Ungarn), 1915.

38. E. NOSZKY: Adatok a Cserhát geológiájához. Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen) 1906.

39. E. NOSZKY: Adatok a nyugati Mátra geológiájához. Földt. Int. Évi Jelentése (Jahresberichte d. kgl. Ung. Geolog. Anstalt), 1911.

40. E. NOSZKY: A Cserhát középső részének földtani viszonyai. Földt. Int. Évi Jelentése (Jahresberichte d. kgl. Ung. Geolog. Anstalt), 1913.

41. M. HANKTEN: Geológiai tanulmányok Buda és Tata között. Math. Term. tud. Ért. 1861. (Nur ung.)

42—43. E. LÖRENTHEY: Ujabb adatok Budapest környéke harmadidőszaki üledékeinek geológiájához. Math. Term. tud. Értesítő (Math. Naturw. Berichte aus Ungarn) 1911, 1912.

44. F. X. SCHAFER: Beiträge zur Parallelisierung der Miocänbildungen des piemontesischen Tertiärs mit denen des Wiener Becken. Jahrbuch k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien, Bd. 48, 1898.

44. a. R. J. SCHUBERT: Über den Schlier von Donja Tuzla in Bosnien. Verhandl. k. k. geol. Reichsanstalt 1904.

44. b. F. KATZER: Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegovina 1903.

45. TH. FUCHS: Das Alter der Tertiärschichten von Malta. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturw. Cl., Bd. 70: 1875.

46. J. MURRAY: The Maltese Islands. The Scottish Geograph. Magazine, vol. 6., 1890.

47. J. W. GREGORY: The Maltese Fossil Echinoidea and their Evidence on the Correlation of the Maltese Rocks. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. 36., 1891.

48. TH. FUCHS: Über den sogenannten „Badener Tegel“ von Malta. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, Math. Naturw. Cl., Bd. 73., 1876.

OLIGOZÄN.

Literaturangaben.

Auf die Faziesverhältnisse des Oligozäns werde ich noch zurückkommen, darum behandle ich sie jetzt kürzer als die übrigen Formationen. Die Parallelisierung mit den Bildungen bekannter Fazies ist hier ziemlich schwer, es bleibt kaum anderes übrig, als die litoralen Anpassungen der Tiere und die Lebensgemeinschaften der Pleurotomeentone (die seichtesten und die tiefsten Fazies) zu suchen.

Auch die bisherigen Literaturangaben über die Faziesverhältnisse des norddeutschen Oligozäns sind spärlich und kaum zu verwenden.

SANDBERGER (1) faßte die mitteloligozänen Tone des Mainzer Beckens als schlammige Sedimente eines ganz seichten (15 Faden) ufernahen Meeresrestes auf. Paläontologisch ist diese Annahme gar nicht gestützt.

Beinahe ganz ohne Grund (bezw. auf verfehlte Gründe) schrieb A. v. KOENEN (2) dem Septarienton oder Rupelton eine bathyale Natur zu; um so interessanter ist, daß sein Ergebnis später gerechtfertigt wurde. P. OPPENHEIM (3) bestritt, sich z. T. auf C. REINHARDT (Arch. Antrop. Geolog. Schlesw.-Holstein, Bd. 2.) stützend die Entstehung des Septarientons in so großen Tiefen, wie es KOENEN annahm, da KOENENS Beweise (z. B. *Axius* (*Cryptodon*) als Beweis einer Tiefseeeatur nicht stichhaltig sind. A. v. KOENEN (4) brachte darauf die Armut des Septarientons an Fossilien als Gegenbeweis einer Flachseeeatur vor; dies ist natürlich verfehlt (s. Allg. Teil. Kap. V. A. 2.) OPPENHEIM hat aber auch nachgewiesen (5.) daß gewisse Fundstätten gar nicht fossilifer sind.

Die bathyale Natur der Pleurotomeentone, unter diesen die des Septarientones hat TH. FUCHS (6.) bewiesen, in dem er die ähnliche rezente Lebensgemeinschaft in großen Tiefen des Indischen Ozeans erkannt hat (s. bei dem Miozän). Für eine charakteristische bathyale Molluskenfauna halte ich die von Freyenwalde a. O. (2), die aus den bezeichnendsten Gattungen der Pleurotomeentone zusammengesetzt ist und auch die Arten, z. T. denen anderer Pleurotomeentone nahe stehen:

Aporrhais speciosa SCHLOTH.

Murex deshayesi NYST

Typhis schlotheimii BEGR.

Triton flandricum KON.

Cancellaria evulsa SOL.

Cancellaria granulata NYST

Pyrula concinna BEGR.

Fusus rotatus BEGR.

„ *waelii* NYST

„ *elongatus* NYST

<i>Fusus elatior</i> BEGR.	<i>Voluta fusus</i> PHIL.
„ <i>multisulcatus</i> NYST	<i>Natica nysti</i> D'ORB.
<i>Cassis rondeletii</i> BAST.	<i>Scalaria rudis</i> PHIL.
<i>Cassidaria</i> sp.	„ <i>undatella</i> KOEN.
<i>Conus semperi</i> SPEY.	<i>Dentalium kickxii</i> NYST
<i>Pleurotoma turbida</i> SOL.	<i>Pecten pictus</i> GF.
„ <i>koninckii</i> NYST	<i>Nucula chasteli</i> NYST
„ <i>laticlavia</i> BEGR.	„ <i>peregrina</i> DESH.
„ <i>selysii</i> KON.	„ <i>archiacana</i> NYST
„ <i>duchasteli</i> NYST	<i>Leda deshayesiana</i> DUCH.
„ <i>regularis</i> KON.	<i>Cryptodon unicarinatus</i> NYST
„ <i>volgeri</i> PHIL.	„ <i>obtusius</i> BEGR.
„ <i>intorta</i> BR.	<i>Astarte kickxii</i> NYST
<i>Mangelia roemeri</i> PHIL.	<i>Neaera clava</i> BEGR.
<i>Borsonia decussata</i> BEGR.	

W. DEECKE (7) machte mehrere Bemerkungen über das Oligozän. Er stellt die Tiefseeeatur des Septarientons in Abrede: die Charaktere, der Fauna würden nicht durch die Meerestiefe, sondern durch die schlammige Natur des Bodens verursacht. Dagegen bleibe ich bei den Ergebnissen von TH. FUCHS, denn eine der Septarientonfauna (und den anderen Pleurotomeentonon) entsprechende Lebensgemeinschaft wurde in kleineren Tiefen der heutigen Meere nie gefunden, wenn auch einige Gattungen (*Leda*, *Nucula*) auch in anderen schlammigen Fazies heimisch sind. Den Stettiner Sand hielt er für eine ufernahe Bildung. Dieser, wie auch die Söllinger Sande werden oft als litorale Fazies des Septarientones aufgefaßt. Die seichtere Natur dieser Bildungen wird durch große dickschalige Mollusken, Bohrmuscheln und grabende Muscheln gekennzeichnet, doch sind in den meisten Faunenlisten auch viele Arten der Pleurotomeentone vorhanden, so bei Sölling (nach O. SPEYER (8) *Typhis pungens*, *Typhis fistulosus*, *Fusus* (6 sp.), *Pleurotoma* (11 sp.), *Neaera*, *Corbula subpisiformis*. Diese Tiefseeformen sprechen gegen eine Litoralnatur. So sind keineswegs alle Stettiner Sand- und Söllinger Sand-Bildungen als strandnahe zu betrachten, höchstens gibt es *a u c h* solche darunter; dies sollte aber erst nachgewiesen werden. — Ich bemerke noch, daß unter den Söllinger-Sanden wahrscheinlich auch die Bryozoenfazies des mittleren Neritikums, mit vielen verästelten Bryozoen usw. vertreten ist.

K. ANDRÉE (9) nennt den Septarienton «hemipelagisch» (ungefähr meinen «Bathyal» entsprechend), womit er wieder TH. FUCHS's Ansicht annimmt.

Ich erwähne hier noch einige Faziesangaben über das Oligozän anderer Gebiete.

VACEK fand im oligozänen Flysch der nordöstlichen Karpaten bei Alsóverceke und Riszkania eine auf seichtes Meer hindeutende Molluskenfauna (10). Dies ist zu bemerken, denn der Flysch wurde oft als Tiefseebildung betrachtet.

TH. FUCHS (11) hielt den Kis-Zeller Tegel (von Budapest) und den Häringer Mergel für Tiefseeablagerungen. In beiden Bildungen scheinen mehrere Fazies vorhanden zu sein, es ist aber kaum zu entscheiden, ob die tieferen Fazies noch der neritischen Region, oder der bathyalen gehören. Auch die Priabonasschichten teilt TH. FUCHS den Tiefseebildungen zu. Er beschreibt sie folgendermassen. Die Priabonasschichten bestehen aus Mergeln und Mergelkalken; häufig sind darin die Orbitoideen, verästelte Bryozoen, kleine Ostreen, dann *Pecten*, *Spondylus*, *Serpula spirulea*, zahlreiche Echinoideen; seltener sind die Crinoideen, *Terebratulina tenuistriata*, Spongien, eine große *Ostrea* (*O. rarilamella*), Steinkerne von *Ovula* und *Nautilus*. Sämtliche Aragonitschalen wurden aufgelöst und diese Fossilien mit wenigen Ausnahmen zerstört. So besteht die Fauna aus kalzitschaligen Tierresten und ist deshalb der der Schreibkreide, des Plänermergels und des Hauteriviens im Jura sehr ähnlich ((11) 527): „Das vollkommene Fehlen der Nummuliten, das Fehlen der grossen dickschaligen Litoralconchylien, wie z. B. der grossen Cerithien und *Natica*-Arten, das Vorherrschen kleiner und zarter Formen, das massenhafte Auftreten zartästiger Bryozoen, das Vorkommen von Nautilen, Crinoiden und *Terebratulina striata* charakterisieren diese Ablagerungen als Tiefseebildungen“. — Diese Folgerung ist unrichtig. Das Fehlen der Nummuliten wird durch das Vorkommen der Orbitoideen, die anderswo in denselben Fazies wie die Nummuliten vorkommen, ausgeglichen; Cerithien, *Natica* usw. müssen infolge der Auflösung der Aragonitschalen fehlen. Die Crinoideen, Brachiopoden und hauptsächlich die verästelten Bryozoen, die kleineren Austern- und *Pecten*-Arten stellen die Lebensgemeinschaft der mittleren neritischen Bryozoen-Sedimente dar (s. Allg. Teil. Kap. VI. 6). Es muß noch hingefügt werden, daß unter den Priabonasschichten nicht nur diese Fazies vertreten ist, die FUCHS hier geschildert hat.

Die „Faziesstudie“ von H. STUHLIK (12) verdient keine eingehende Diskussion. Schon K. ANDRÉE bemerkte (13), daß die Tiefseeszenatur seines „Tiefseetons“ gar nicht anzunehmen ist.

R. NOTH versuchte zu beweisen, (14) daß die Foraminiferenfauna des Flyschtons von Barwinek und Komarnok, (dem Alter nach: näher nicht bestimmtes Paläogen), eine Tiefe von 500 Faden bedingt. Er legt Gewicht darauf, wie viele Arten denen des Globigerinenschlammes, des roten Tiefseetons usw. gemeinsam sind. Die Foraminiferen aber sind vorwiegend nur die *Agglutinantia* (*Rheophax* und *Trochammina* herrschend), die nicht eben bezeichnende Tiefseeelemente sind; dagegen fehlen die in den bathyalen Bildungen so verbreiteten Gattungen (*Globigerina*, *Nodosaria*, *Lagena*, *Cristellaria* usw.), wahrscheinlich infolge nachträglicher Auflösung der Kalzitschalen. So scheint mir die arme Fauna nicht zu einer Faziesbestimmung zu genügen.

W. DEECKE (7) schreibt dem Budaer (Ofener) Mergel (Ungarn) trotz seinem Reichtum an Pteropoden eine Flachseeszenatur zu, auf Grund der Korrelation der Fazies, denn er steht Landpflanzen führenden Schichten sehr nahe. In der Wirklichkeit ist der Budaer Mergel im allgemeinen sehr arm an Pteropoden und steht mit Landpflanzen führenden Schichten nicht in inniger Verbindung; die Korrelation der Fazies halte ich aber in den Faziesfolgerungen für unbrauchbar.

LITERATUR.

1. C. L. F. SANDBERGER: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. Wiesbaden, 1863.
2. A. v. KOENEN: Das marine Mittel-Oligocän Norddeutschlands und seine Molluskenfauna. Paläontographica, Bd. 16., 1867—68.
3. P. OPPENHEIM: Zur Fauna des Septarientones. Zeitschrift d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. Bd. 51., 1899.
4. A. v. KOENEN: Referat im „Neues Jahrbuch f. Mineral. etc.“ 1900. II. über P. OPPENHEIM: Zur Fauna des Septarientones.
5. P. OPPENHEIM: Noch einmal über die Tiefenzone des Septarientones. Centralblatt f. Mineral. etc., 1902.
6. TH. FUCHS: Über ein neues Analogon der Fauna des Badener Tegels. Verhandlungen k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1905.
7. W. DEECKE: Faziestudien über europäische Sedimente. Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br., Bd. 20. 1913—14.
8. O. SPEYER: Die Tertiärfauna von Söllingen bei Jersheim im Herzogtum Braunschweig. Paläontographica, Bd. 9.

9. K. ANDRÉE: Das Meer und seine geologische Tätigkeit, in: W. SALOMON: Grundzüge der Geologie I. 2., Stuttgart, 1925.

10. WACEK: Beitrag zur Kenntniss der mittelkarpathischen Sandsteinzone. Jahrbuch k. k. Geolog. Reichsanstalt 1881.

11. TH. FUCHS: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten. Neues Jahrbuch f. Mineralog. etc. Beilage Bd. 2., 1883.

12. H. STUHLIK: Die Faciesentwicklung der südbayrischen Oligozänmolasse. Jahrbuch d. Geolog. Reichsanstalt, 1906.

13. K. ANDRÉE: Über stetige und unterbrochene Meeres sedimentation, ihre Ursachen sowie über deren Bedeutung für die Stratigraphie. Neues Jahrbuch f. Mineralog. etc., Beilage Bd. 25., 1908.

14. R. NOTH: Die Foraminiferen der roten Tone von Barwinek und Komarnok. Beitr. Paläont. Geolog. Österr. Ung. Bd. 25., 1912.

EOZÄN.

Literaturangaben.

O. FISHER schrieb über die Faziesverhältnisse der Bracklesham-Schichten der Insel Wight, stützte sich aber bloß auf die lithologischen Eigenschaften der Sedimente (167): «The whole group consists of alternations of beds of sand and sandy clay, the clays being more prevalent in the highest member, and the sands in the lower . . . Many of the beds are laminated being formed by alternations of very thin bands of clay, separated by sandy layers. Such are generally devoid of shells, but contain much vegetable matter. They appear to have been caused by the deposit of sediment, in a quiet estuary, from a great river, the changes to the coarser sediment being caused by the state of flood. — The beds of sand point to a shallower condition of the sea-bottom, subject to drifting water. The shells in such beds are often drifting into patches, and are sometimes exceedingly abundant at one spot, while a few yards off scarcely a specimen will be found. The beds of clay were deposited in a deeper sea, and the species found in them agree with such a supposition.» Erstens ist aber die Unterscheidung «seichter-tiefer» nichtssagend, da man gar nicht weiß, an welche Tiefen der Autor denkt, zweitens beweist der Sand nicht die kleinere Tiefe dem Ton gegenüber (s. Allg. Teil Kap. V. A. 5.). Über die Fazies der Bracklesham-Schichten von Wight s. noch später.

TH. FUCHS (2) hielt den Pariser Grobkalk für eine Ablagerung der dichten Algenrasen, wie die vom Hafen Messinas in der Gegenwart. Dies kann sich

wohl nur auf einige Ausbildungsformen des Pariser Grobkalks beziehen, denn es herrschen die Zwergfaunen darin nicht überall; außerdem ist, wie schon in einem vorhergehenden Kapitel, bei dem «Miozän» erwähnt wurde, diese Erklärung der Entwicklung von Zwergfaunen nicht die einzig mögliche. Zu dieser Fazies rechnet TH. FUCHS auch die vizenfinischen Gomberto-Schichten.

C. EVANS (3) untersuchte den Londonton bei Finckley und bestimmt die Meerestiefe, in der die molluskenführende Tonschicht zur Ablagerung gekommen sein soll, in 70 Faden. Leider beschrieb er nicht die ganze Fauna, sondern erwähnt nur einige Arten, die auf die seichteren Ausbildungen des Londontons hindeuten. So kann das Ergebnis richtig sein, läßt sich jedoch nicht kontrollieren.

Über die bathymetrischen Verhältnisse des Londontons äußerte sich STARKIE GARDNER (4) nur sehr allgemein: diese Schichten kämen im Westen ganz seicht, in einer Tiefe von einigen Faden, im Osten aber schon tiefer, etwas tiefer als 100 Faden, zur Ablagerung. Mir scheinen aber die bisherigen Angaben zu einer solchen Verallgemeinerung ungenügend; hauptsächlich muß man sich vor Augen halten, daß sich die Fazies des Londontons auch vertikal ändert und das Meeresbodenrelief sich im Lauf der Zeit kaum gleich bleiben konnte. STARKIE GARDNER machte noch einige Bemerkungen über die Tiefenverhältnisse der Eozänschichten Südenglands, die sich aber so sehr auf das Allgemeine beschränken, daß sie gar keine Bedeutung haben (s. Allg. Teil, Kap. III. und Kap. V. A. 10.).

A. RUTOT (5) versuchte im Eozän Belgiens zyklische Hebungen und Senkungen und damit die zyklischen Änderungen der Meerestiefen nachzuweisen. Für litoral hielt er die Schotterschichten mit Bohrlöchern und abgeriebenen Molluskenschalen und die Sande mit Spuren von Anne-liden. Die Sedimente mittlerer Tiefen seien die feinen Sande mit Turritellen, Nummuliten und sich „in situ“ befindende Muscheln mit klaffenden Schalen. Die tiefsten Ablagerungen würden aber gewöhnlich durch fossillichere Tone vertreten. Da er die Faunen nicht angibt, können seine Ergebnisse nicht bestritten werden; übrigens läßt sich die Zyklizität beinahe in alle Änderungen hineindeuten und hat für die Fazieskunde noch geringere Bedeutung als für die Stratigraphie.

Einen Teil des unteren Bartonien hielten GARDNER, KEEPING und MONCKTON (6) für die Ablagerung sehr großer Meerestiefen, deren Fauna gewissen rezenten Tiefseefauna des Pazifischen Ozeans ähnlich sind (s. darüber später)

TH. FUCHS verglich (7) die Faunen des Barton- und Londontons [und im allgemeinen die der Pleurotomeentone] mit den heutigen Faunen des Indischen Ozeans und bestimmt ihre Tiefe in 300—1000 m. Dieses durch die Untersuchung der Lebensgemeinschaft gewonnene Ergebnis ist richtig, kann jedoch nicht auf den ganzen Barton- und Londonton, sondern nur auf dessen tiefste Fazies bezogen werden; diese Schichten sind nämlich in abwechslungsreichen Fazies ausgebildet.

Nach A. J. JUKES-BROWNE kam der aus Foraminiferen, Bryozoen und Kalkalgen aufgebaute Grobkalk von Mons in Belgien in reinem, aber seichtem Wasser in einer Tiefe von 40—50 Faden zur Ablagerung (8/337). Wahrscheinlich sollen aber in dieser Bildung mehrere Fazies unterschieden werden, die z. T. diese Tiefe erreichen, z. T. aber, hauptsächlich die Algenkalke, als seichtere Sedimente betrachtet werden sollen.

W. DEECKE bemerkt in seiner Faziesstudie über die europäischen Sedimente (9) einiges auch zum Eozän. Die Cerithienmergel der Ligurischen Alpen zählt er zu den Übergängen zu «Flachwassersedimenten». In die sandige Fazies der tieferen Uferzonen teilt er den Pariser Grobkalk ein, er begründet aber nicht, warum diese Bildungen in die Uferzone und zwar eben in die sandige Fazies gehören.

K. ANDRÉE hält (10) die Basalttuffe der eozänen Mollerformation Norddeutschlands und Dänemarks für die vulkanische Fazies mittlerer Tiefen und den Londonton für hemipelagisch — was mit den allgemeinen Ansichten über diese Fragen übereinstimmt.

Nach C. DIENER (11) entspricht der Londonton dem einstigen schlammigen Küstenstrecken. Obwohl auch seichte neritische Bildungen unter den Londontonschichten zu finden sind, kann diese Behauptung im allgemeinen nicht angenommen werden (s. bei den Faziesverhältnissen des Londonien).

Das Eozän von Südingland.

In mehreren Gegenden Europas ist das Eozän so schön und reich ausgebildet und stratigraphisch-paläontologisch soweit studiert, daß es zu Faziesstudien geeignet ist. Ich wählte von diesen das Eozän Südinglands (Londoner und Hampshire-Becken) zur Behandlung, hauptsächlich deshalb, weil ich es an Ort und Stelle untersuchen konnte. Ziehen wir also die Faziesverhältnisse der einzelnen Stufen von oben nach unten in Betracht.

I. DIE BARTONSCHICHTEN.

Die Bartonschichten des Beckens von Hampshire vertreten sehr verschiedene Fazies. Oft wird der Bartonclay mit den anderen Pleurotomeenton (Septarienton und Oligozän, Badener Tegel im Miozän, einige Pliozän-Bildungen Italiens) als typische bathyale Ablagerung erwähnt; dies kann aber nur auf die wirkliche Pleurotomeentonfazies des Bartonien bezogen werden, nicht auf das ganze Bartonien. Die Autoren haben jedoch darauf kaum Gewicht gelegt und die einzelnen Bartonfaunen von einander in Hinsicht der Fazies nicht geschieden. GARDNER, KEEPING und MONCKTON (6) gehen noch so weit einen Unterschied zwischen Mittelbartonien und Oberbartonien vom Bartoncliff nachzuweisen; jedoch wagen sie nicht auszusprechen, ob die Ursache dieses Faziesunterschieds eine positive oder negative Tiefenänderung war. Der ganze Bartonclay darf also keineswegs als eine Faziesseinheit aufgefaßt werden; so können die einzelnen Fundstätten, wie die einzelnen Horizonte wohl Ablagerungen verschiedener Tiefen sein.

1. Die seichtesten, literalen oder seichteren neritischen Ausbildungen der Bartonschichten findet man im oberen Teil des Profils vom Bartoncliff der klassischen Lokalität dieser Stufe. Die Mollusken der Long-Mead-End-Sands und der Becton-Bunny-Beds deuten z. T. auf Lagunenbildungen hin: neben einigen grabenden Muscheln sind die Vertreter der sich dem Brackwasser leicht anpassenden Gattungen vorhanden. Es fehlen aber nicht nur sämtliche Tiefseeelemente, sondern auch unter den Litoraltieren die Bewohner des harten, felsigen Bodens, wie die sich anheftenden Muscheln. In den Long-Mead-End-Sands (oberstes Bartonien) kommen die folgenden Mollusken vor:

Cyrena gibbosula MOR.

Melania fasciata Sow.

Lucina gibbosula LK.

Oliva branderi Sow.

Psammobia rudis LK.

Ancillaria perita Sow.

Darunter folgen die Becton-Bunny-Beds, deren obere Schichten aus tonigem Sande bestehen, teils in ausgesprochener brackischer Fazies, teils mit

Oliva branderi Sow.

Natica

Cerithium variable

Lucina

Vicaria

Mactra

Ancillaria

Tellina

Der untere Teil besteht aus fossilieerem, grobem Sand. An den Schichtenoberflächen sind jedoch Kriechspuren von Anneliden und Spuren von gra-

benden Muscheln zu bemerken. Da die grabenden Muscheln in dem Liegenden wirklich zu finden sind, nicht nur die Spuren, sondern auch die Schalen, dürfen wir voraussetzen, daß diese Schicht derselben ufernahen Fazies entspricht wie ihre Liegende, aber hier wahrscheinlich infolge der Diagenese die Muschelschalen verschwanden.

Unter den Becton=Bunny=Beds lagern die interessantesten Schichten des Oberbartonien: die *Chama*=beds. Deren Hauptteil gehört zu den seichtesten marinen Ablagerungen, doch scheinen sie nicht ganz einheitlich zu sein. Den oberen Teil der *Chama*=Schichten (sensu lato) charakterisieren GARDNER, KEEPING und MONCKTON (6) dadurch, daß außer der massenhaft vorkommenden *Chama* zahlreiche *Tellina*, *Lucina*, *Axinus*, *Cardium*, *Panopea* und *Solen* mit doppelten Klappen darin zu finden sind. Dies weist aber auf die aragonitschalige, grabende Muschelfauna hin und die geschlossenen Schalen sollen in situ in den Sandboden eingegraben erhalten geblieben sein. Leider ist diese Fauna, die der seichteren neritischen Zone oder sogar wohl schon der litoralen Region zuzuteilen wäre, nicht an sich genug beschrieben. Die von TH. WRIGHT beschriebene Fauna ist für die Untersuchung der Fazies noch am besten verwendbar. Sie enthält aber auch die Fauna des unteren Teiles der *Chama*=beds (sensu lato), wahrscheinlich z. T. auch tiefere Bildungen. WRIGHT (12) zählt von den *Chama*=beds (20. Horizont am Bartoncliff) die folgenden Arten auf:

<i>Arca branderi</i> SOW.	<i>Macra depressa</i> DESH.
<i>Avicula bartoniensis</i> WRIGHT	<i>Nucula similis</i> SOW. *
<i>Balanus</i> sp.	„ <i>minima</i> SOW.
<i>Chama squamosa</i> BRAND.	„ <i>trigona</i> SOW.
<i>Corbula cuspidata</i> SOW.	<i>Ostrea flabellula</i> LK.
„ <i>longirostrata</i> DESH.	<i>Panopaea rugosa</i> EDW.
„ <i>extrata</i> DESH.	<i>Pecten carinatus</i> SOW.
<i>Crasstella plicata</i> SOW.	<i>Pectunculus costatus</i> SOW.
<i>Clavagella coronata</i> SOW.	„ <i>plumsteadensis</i>
<i>Cytherea transversa</i> SOW.	SOW.
„ <i>obliqua</i> DESH.	<i>Solen gracilis</i> SOW.
„ <i>rotundata</i> BRAND.	<i>Tellina ambigua</i> SOW.
<i>Hemicardium bartoniense</i>	„ <i>hantoniensis</i> EDW.
WRIGHT	„ <i>lamellulata</i> EDW.
<i>Modiola tenuistriata</i> MILL.	„ <i>squamula</i> EDW.
<i>Lucina mitis</i> SOW.	„ <i>laevis</i> EDW.

* (auch sonst in Seichtwasserbildungen !)

<i>Tellina scalaroides</i> LK.	<i>Rostellaria rimosa</i> BRAND.
<i>Venericardia</i> sp.	<i>Seraphs convolutus</i> MTF.
<i>Acteon simulatus</i> BRAND.	<i>Strombus bartoniensis</i> SOW.
<i>Ancillaria turritella</i> SOW.	<i>Solarium canaliculatum</i> SOW.
<i>Buccinum junceum</i> SOW.	<i>Triton argutus</i> BRAND.
„ <i>canaliculatum</i> SOW.	<i>Trochus monilifer</i> LK.
<i>Bulla attenuata</i> SOW.	<i>Voluta costata</i> SOW.
<i>Cerithium hexagonum</i> LK.	„ <i>lima</i> SOW.
<i>Conus dormitor</i> BRAND.	„ <i>magorum</i> SOW.
<i>Cypraea bartoniensis</i> WRIGHT	„ <i>spinosa</i> LK.
<i>Fusus bulbiformis</i> LK.	„ <i>undulata</i> WRIGHT
<i>Mitra scabara</i> SOW.	<i>Turbinolia bowerbanki</i> M. E.
„ <i>parva</i> SOW.	„ <i>fredericiana</i> M. E.
<i>Murex frondosus</i> SOW.	„ <i>humilis</i> M. E.
<i>Natica ambulacrum</i> SOW.	„ <i>firma</i> M. E.
<i>Pleurotoma colon</i> SOW.	<i>Lumulites radiata</i> LK.
„ <i>prisca</i> BRAND.	

Die schon erwähnte Fauna (6) mit den grabenden Muscheln ist in dieser auch enthalten und auch manche anderen Arten der Fauna kommen auch in zweifellosen Seichtwasserbildungen vor; doch sind darin auch schon die Arten anderer Fazies (*Rostellaria*, *Pleurotoma prisca*? *Solarium*, die Turbinolien) vorhanden: die eigentliche Flachseefauna sollte aus den oberen Chama-Schichten getrennt gesammelt werden.

Das Vorhandensein einer Bildung aus der seichteren neritischen Zone dürfen wir im Oberbartonien im Profile des Strandes zwischen Christchurch Harbour und Poole Harbour vermuten. Hier befindet sich (13) im sandigen Ton eine grabende Muschelfauna mit *Panopaea*, *Solen*, *Citherea*, *Pectunculus*, *Venericardia*.

2. Solche Bildungen, die gewiß in die mittlere Zone der neritischen Region einzuteilen wären, habe ich im Bartonien nicht erkannt. Es ist doch klar, daß auch diese Tiefen unter den Übergängen von den strandnahen Ablagerungen in dem typischen bathyalen Bartontone vertreten sind. Wegen der die Faziesverhältnisse nicht berücksichtigenden Sammlungen sind aber diese Faunen so gemischt, daß die Komponenten sehr selten zu trennen sind.

Bedingungsweise rechne ich eine interessante Bildung in die mittlere neritische Zone. Dies ist ein Teil des unteren Bartonien bei Bartoncliff, aus

dem GARDNER, KEEPING und MONCKTON (6) eine Fauna beschrieben haben. Hier sind stellenweise die Schnecken von ganz kleiner Gestalt massenhaft angehäuft; in ungefähr vierundeinhalb Kubikdezimeter Sand waren enthalten

	Exemplare
<i>Mitra parva</i>	400
<i>Bayania delibata</i>	326
<i>Marginella bifido-plicata</i>	190
<i>Voluta lanceolata</i>	140
<i>Orthostoma crenatum</i>	138
<i>Natica noae</i>	} zusammen 124
„ <i>labellata</i>	
„ <i>perforata</i>	
<i>Buccinum solandri</i>	90
<i>Strombus bartoniensis</i>	72
<i>Bulla elliptica</i>	70
<i>Buccinum</i> sp.	58
<i>Cerithium filiosum</i>	50
<i>Actaeon cossmanni</i>	41
<i>Bayania rudis</i>	40
<i>Rissoa bartoniensis</i>	40
<i>Bulla conulus</i>	37
„ <i>pseudoelliptica</i>	20
<i>Sigarethus clathratus</i>	18
<i>Actaeon simulatus</i>	16
<i>Volvula acuminata</i>	14
<i>Bulla angustoma</i>	13
<i>Eulima macrostoma</i>	13
<i>Nummulites elegans</i>	12
<i>Ringicula ringens</i>	7
<i>Eulima munda</i>	4
„ <i>goniophora</i>	4
<i>Bulla anomala</i>	4
„ <i>sowerbyi</i>	4
<i>Actaeon</i> sp.	4
<i>Marginella pusilla</i>	3
<i>Neritina inorna</i>	3
<i>Bulla ovulata</i>	2
Kleine Einzelkorallen	35

GARDNER etc. halten diese Fauna für die einer Tiefsee (6021): „Many of the species are exceedingly like living shells from Australia and Japan and seem to indicate a considerable depth of water with light drifting currents.“ Bisher habe ich keine Gelegenheit gehabt die beiden genannten Faunen eingehend miteinander zu vergleichen um die angenommene Ähnlichkeit kontrollieren zu können. Ich selbst würde diese Unterbartonfauna mit den der miozänen mittleren Sande des Cserhát-Gebirges (in Ungarn) parallelisieren. In beiden herrschen die kleinen Schnecken vor. Auch die Ähnlichkeit der vorkommenden Gattungen ist so groß, daß sie bei dem beträchtlichen zoogeographischen und Altersunterschied als ein Zeichen der gleichen Fazies zu deuten ist. Darum teile ich diese Ablagerung bedingungsweise in die mittlere neritische Zone ein.

3. Die Bartonschichten bei der Whitchliff Bay auf der Insel Wight sind schichtenweise anders, doch im allgemeinen können sie der mittleren und tieferen neritischen Zone entsprechen. So z. B. der Nummulitenhorizont, dessen Fauna ziemlich gemischte Charaktere aufweist, jedoch die bezeichnenden großen, dickschaligen angehefteten bohrenden und grabenden Muscheln der seichtesten Bildungen, wie die reichen Schneckenfaunen der Pleurotomeentone der Tiefse entbehrt. Seine Fauna ist nach BRISTOW, REID und STRAHAN (14) die folgende:

Typhis pungens BRAND.

Fusus bulbus BRAND.

Pleurotoma exorta BRAND.

Cominella solandri EDW.

Voluta luctatrarix BRAND.

„ *digitalina* LK.

Mitra parva SOW.

Calyptrea trochiformis LK.

Dentalium striatum SOW.

Bulla sp.

Corbula pisum SOW.

Crassatella sulcata BRAND.

Cardium semigranulatum SOW.

Leda minima SOW.

Ostrea flabellula LK.

Numulites elegans SOW.

Wahrscheinlich gehören noch viele Vorkommnisse des Bartonclay in diese Tiefenzone, z. B. auch einige Schichten von Bartoncliff.

4. Die typische Mittelbartonfauna vom Bartoncliff kann als die seichtere bathyale Pleurotomeentonfauna betrachtet werden. Aus der Faunenliste (6) gebe ich hier nur die Arten an, die ich für bezeichnender, bzw. wichtigere halte; das Zeichen + bedeutet die in die bathyalen Tiefen nicht hineinpassenden Arten. Es läßt sich aber kaum entscheiden, ob diese Elemente unter den ungünstigen Lebensbedingungen doch ausnahmsweise leben könnten, oder nur aus anderen Sedimenten in diese Faunen hineingerieten.

- Trivia platystoma* EDW.
Marginella bifidoplicata CHARL.
+ *Voluta luctrarix* SOL.
 „ *ambigua* SOL.
 „ *athleta* SOL.
 „ *suspensa* SOL.
 „ *spinosa* L.
Mitra volutiformis EDW.
 „ *parva* SOW.
Pleurotoma rostrata SOL.
 „ *exorta* SOL.
 „ *macilenta* SOL.
 „ *desmia* EDW.
 „ *innexa* SOL.
 „ *conoides* SOL.
 „ *prisca* SOW.
 „ *turbida* SOW.
 „ *aspera* EDW.
 „ *rotella* EDW.
Daphnella citharella LK.
+ *Rostellaria ampla* SOL.
Rimella canalis LK.
 „ *rimosa* SOW.
Murex asper SOL.
 „ *minax* SOL.
Typhis pungens SOL.
Fusus porrectus SOL.
 „ *longaevus* SOL.
 „ *regularis* SOW.
 „ *lima* SOW.
 „ *pyrus* SOL.
+ *Oliva branderi* SOW.
Ancallaria canalifera LK.
+ *Cassidaria nodosa* SOL.
Ficula naxilis SOL.
Natica hantoniensis PILK.
 „ *patula* DESH.
- Natica sigaretina* DESH.
 „ *labellata* LK.
Sigaretus clathratus RECHL.
Cancellaria nassaeformis
 WOOD.
Solarium crenulare DESH.
Scalaria reticulata EDW.
 „ *undosa* SOW.
Cerithium gardneri COSSM.
Turritella imbricata LK.
 „ *granulosa* DESH.
+ *Littorina sulcata* PILK.
Capulus squamaeformis DESH.
Xenophora umbilicaris SOL.
Adeorbis tricostata DESH.
Bulla sowerby NYST
 „ *constricta* SOW.
Dentalium striatum SOL.
+ *Anomia tenuistriata* DESH.
+ *Ostrea oblongata* SOL.
+ „ *gigantea* SOL.
Pecten corneus SOW.
 „ *crinatus* SOW.
 „ *reconditus* SOL.
+ *Pinna margaritacea* LK.
+ *Modiola elegans* SOW.
Arca lyelli DESH.
 „ *appendiculata* SOW.
Pectunculus deletus SOL.
Limopsis scalaris SOW.
Nucula bisulcata SOW.
Leda minima SOW.
Cardita sulcata SOL.
Crassatella sulcata SOL.
+ *Coralliophaga chartacea* BAY.
+ *Cytherea transversa* SOW.
Cultellus bartoniensis EDW.

Solecurtus deshayesi DESM.„ *pisum* SOW.*Corbula lamarcki* DESH.+ *Gastrochaena corallium* SOW.„ *longirostris* DESH.+ *Clavagella coronata* DESH.

Von den wenigen mit + bezeichneten fremdartigen Fossilien abgesehen entspricht diese Fauna den heutigen Molluskenfaunen des Indischen Ozeans in den Tiefen von 300–1000 m [s. TH. FUCHS (7) und im Allg. Teil Kap. VI. 8.].

5. Im Eozän Englands sind keine tieferen Fazies vorhanden, als diese Pleurotomeentone; doch sind in Holstein in der Tiefborung von Wöhrenden, Kreis Hiede, Eozänschichten in großer Mächtigkeit entdeckt worden (15, 16 u. 17), die ich für tiefere bathyale Ablagerungen halte. Sie scheinen zoogeographisch von den englischen Eozänbildungen gar nicht abzuweichen, jedoch entsprechen sie einer dort gänzlich unbekannten Fazies und sind dem miozänen Schlier wunderbar ähnlich.

Faunistisch ist hier nur die Bartonstufe bestimmbar; wahrscheinlich ist aber in derselben Fazies das ganze Eozän bis zum Londonton hinab vertreten. Das Bartonien beginnt in dem Bohrloch oben von 590 m oder 595 m Tiefe, seine Unterkante ist ganz unsicher, da die Fauna von 640 m abwärts steigend ärmer wird und die einzelnen Arten in verschiedenen Tiefen verschwinden. So ist hier keine scharfe Grenze zu ziehen; 640 m gehört aber gewiß noch zum Bartonien. Die Fauna von 590 bis 640 ist die folgende (17).

Avicula sp.„ *papyracea* SOW.*Pecten corneus* SOW.*Leda* sp.*Cardita* sp.„ *crebrisulcata* EDW.*Crassatella* ex aff. *bronni* MERIAN.*Astarte* sp.*Astarte* cfr. *corbuloides* EDW.*Cassidaria* sp.*Voluta* sp.„ *ambigua* SOL.*Pleurotoma* pl. sp. indet.*Meretrix* sp.*Tellina filosa* SOW.*Corbula* sp.*Corbula pisum* SOW.*Dentalium* sp.*Natica* sp.„ *brongniarti* DESH.*Turritella granulosa* DESH.*Rimella rimosa* SOW.*Pleurotoma selysii*„ cfr. *ligata**Volvaria acutiuscula*

Aus tieferen Schichten sind noch *Avicula papyracea* Sow. var. [ausser konzentrischen Rippen auch radiale Rippen vorhanden, oft letztere überwiegend] und *Pecten squamula* LK. bemerkenswert.

Es ist sehr auffallend, wie die ganze Fauna der des miozänen Schliers ähnelt. Einerseits sind dieselben Schnecken- und Muscheltypen vorhanden, die den Schlier charakterisieren, andererseits fehlen alle im Schlier nicht vorhandenen Faunenelemente, hauptsächlich die großen, dickschaligen Mollusken. Von den Schlierformen fehlen im Wöhrdener Eozän nur die Echinoideen. Unter den Foraminiferen sind ebenfalls die Globigerinen, Nodosarien, Cristellarien vorhanden, die auch im Schlier am verbreitetsten sind. Stellen wir die eine ähnliche Rolle spielenden Arten des Schliers und unserer Bildung gegenüber:

Schlier:	Das Eozän von Wöhrden:
<i>Pecten corneus</i> var. <i>denudata</i>	<i>Pecten corneus</i>
„ <i>duodecimlamellatus</i>	„ <i>squamula</i>
<i>Leda fragilis</i>	<i>Leda</i> sp.
<i>Astarte neumayri</i>	<i>Astarte</i> sp.
<i>Meretrix islandicoides</i>	<i>Meretrix</i> sp.
<i>Tellina ottnangensis</i>	<i>Tellina filosa</i>
<i>Corbula gibba</i>	<i>Corbula pisum</i>
<i>Dentalium</i>	<i>Dentalium</i>
<i>Buccinum</i> ex aff. <i>restitutianum</i>	<i>Rimella rimosa</i>
<i>Pleurotoma</i> pl. sp.	<i>Pleurotoma</i> pl. sp.

So fehlt im Schlier nur die der *Cardita crebrisulcata* der wahrscheinlichen biologischen Rolle nach entsprechende Form; die Aviculen als dünnschalige flache Monomyarier können mit den Amussien zusammengestellt werden. Die Fazies betreffend ist also die Schichtenreihe 590–700 m dem faunistischen Charakter nach, aber das ganze Eozän der Gesteinsart nach dem miozänen Schlier ähnlich und so muß es wie der Schlier in die tiefere Zone der bathyalen Region gehören.

II. DIE BRACKLESHAM-SCHICHTEN.

Die Bracklesham-Schichten des Beckens von Hampshire sind hauptsächlich sandig-tonige Ablagerungen kleiner und mittlerer Tiefen.

1. In den Horizonten IV. und VI. der von O. FISHER beschriebenen (1) Bracklesham-Schichten von der Whitecliff-Bay [Insel Wight] weisen, z. B. *Ostrea flabellula*, *Panopaea*, *Solen*, *Mytilus* auf ganz kleine Meeres-

tiefen hin, machen aber in den gemischten Faunen die Zugehörigkeit zur seichterem neritischen Zone nicht unbestreitbar. Auch in den Horizonten IX. und XI. sind grabende Muscheln in bedeutender Anzahl vorhanden und Tiefseeelemente spielen keine große Rolle. Die beiden können schon den Übergang zu der mittleren Zone der neritischen Region bilden. Im XI. ist *Sanguinolaria hollowaysi* sehr häufig; es kommen noch vor:

<i>Turritella sulcifera</i>	<i>Cytherea lucida</i>
<i>Pecten corneus</i>	<i>Solen obliquus</i>
<i>Pectunculus pulvinatus</i>	

Im IX. kommen die Fossilien häufig in Linsen vor:

<i>Nummulites variolaria</i>	<i>Arca</i> sp.
<i>Murex minax</i>	<i>Pectunculus pulvinatus</i>
<i>Voluta nodosa</i>	<i>Chama gigantea</i>
<i>Turritella imbricata</i>	<i>Crassatella compressa</i>
„ <i>sulcifera</i>	<i>Cardita planicosta</i>
<i>Natica labellata</i>	<i>Tellina plagia</i>
<i>Pecten 30-radiatus</i>	<i>Corbula pisum</i>
<i>Ostrea zonulata</i>	<i>Sanguinolaria hollowaysi</i>
<i>Nucula subtransversa</i>	

2. Die Horizonte XIV. und XVII. derselben Lokalität (1) enthalten weniger seichte als tiefe Elemente, doch deutet in dem letzteren das massenhafte Auftreten der Nummuliten, in dem ersten aber *Pinna* und *Ditrupa* darauf hin, daß diese Schichten noch keine bathyalen Ablagerungen waren: so könnten sie wahrscheinlich der tieferen neritischen Zone entsprechen. Im dunklen sandigen Ton des Horizonts XIV. herrschen *Corbula pisum* und *Pecten corneus* vor. [beide sind Arten größerer Tiefen, s. die Ähnlichkeit mit den miozänen Tonen des Mecsek-Gebirges!]; die von O. FISHER angegebene Fauna ist die folgende:

<i>Nummulina variolaria</i>	<i>Cerithium tritropis</i>
<i>Rostellaria sublucida</i>	<i>Calyptrea trochiformis</i>
<i>Murex asper</i>	<i>Turritella imbricata</i>
<i>Fusus pyrus</i>	„ <i>sulcata</i>
<i>Strepsidura turgida</i>	<i>Ditrupa plana</i>
<i>Cassidaria nodosa</i>	<i>Pecten corneus</i>
<i>Pleurotoma plebeia</i>	<i>Pinna margaritacea</i>
<i>Voluta nodosa</i>	<i>Nucula dixonii</i>
„ <i>selseinensis</i>	<i>Leda</i> sp.

Crassatella sp.*Cytherea lucida**Corbula pisum**Cultellus* sp.„ *costata*

Die Fossilien des Horiz. XVII. sind aber:

Turbinolia sulcata.*Mitra labratula**Nummulites variolaria*„ *parva**Quinqueloculina heuerina**Turritella silcifera**Alveolina subulosa**Dentalium politum**Rotalia obsura*„ *striatum**Fusus longaevus**Rissoa cochlearella*„ *pyrus**Pecten corneus**Cassidaria nodosa**Cardium parile**Pleurotoma inflexa**Lucina* sp.„ *plebeia**Cardita planicosta*„ *scalarata**Crassatella* sp.„ *fisheri**Corbula cuspidata**Voluta nodosa*„ *pisum*

Bei Bracklesham Bay müssen die Bracklesham-Schichten alle Tiefen von den seichtesten bis zu den tiefsten neritischen Fazies vertreten. Doch lassen sich die Komponenten der gemischt gesammelten Faunen nicht separieren.

III. DER LONDONTON.

In der Faziesliteratur wird der Londonton oft als bathyale Ablagerung erwähnt und soll ein Beweis dafür sein, daß Landpflanzen auch in die Ablagerungen größerer Tiefen durch die einmündenden Flüsse eingeschleppt werden können. Wer aber den Londonton kennt, wird kaum bezweifeln, daß er keine einheitliche Fazies bildet. Eben die ufernahen seichteren neritischen Bildungen lassen sich darin am besten erkennen (wie z. B. *Ostrea*, *Pinna*-Bänke usw.) und die typischen bathyalen Faunen am schwersten. Das Sammeln geschah auch hier ohne Berücksichtigung der Faziesverhältnisse und da der größte Teil der guten Aufschlüsse (Tunnel, Eisenbahneinschnitte, Brunnen) nicht mehr zugänglich ist, sind diese Versäumnisse schwer wieder gutzumachen.

1. Unter den verschiedenen Ausbildungen des Londonclays können die Bognor-Beds als die bezeichnendsten seichteren neritischen Sedimente betrachtet werden. Die Fossilien von Bognor sind nach J. PRESTWICH (18) und F. DIXON—T. RUPERT JONES (19):

- Chelone declivis* OWEN
Crocodylus spenceri BUCKL.
Lamna subulata AG.
Otodus obliquus AG.
Nautilus imperialis SOW.
 „ *regalis* SOW.
 „ *centralis* SOW.
 „ *sowerbyi* WETH.
Acteon simulatus SOW.
Ampullaria patula LK.
 „ *sigaretina* LK.
Aporrhais sowerbyi MONT.
Cassidaria nodosa SOL.
 „ *ambigua* SOL.
Fusus nodosus SOW.
 „ *tuberosus* SOW.
Calyptrea trochiformis SOW.
Littorina sulcata PILK.
Natica hantoniensis SOW.
 „ *microstoma* SOW.
 „ *labellata* LK.
 „ *patula* DESH.
 „ *epiglottina* LK.
 „ *pachycheila* SOW.
Pleurotoma prisca SOL. (?)
Pseudoliva semicostata
Pyrula smithii SOW.
Solarium bistriatum SOW.
Turritella scularioides SOW.
 „ *conoidea* SOW.
Voluta denudata SOW.
Anomia tenuistriata DESH.
Cardita brongniarti MANT.
- Cardita quadrata* SOW.
Cardium semigranulatum SOW.
Protocardium edwardsi DESH.
Corbula globosa SOW.
Pultellus affinis SOW.
Cyprina planata SOW.
 „ *morrissi* SOW.
 „ *nana* SOW.
Cytherea obliqua DESH.
 „ *suberycinoides* DESH.
Modiola hastata WOOD.
 „ *simplex* SOW.
Ostrea tabulata SOW.
 „ *elephantopus* SOW.
 „ *cariosa* DESH.
Panopaea intermedia SOW.
 „ *puella* SOW.
 „ *corrugata* SOW.
Pectunculus decussatus SOW.
 „ *brevirostris* SOW.
Pinna margaritacea SOW.
 „ *affinis* SOW.
Pholas pechellii SOW.
Pholadomya virgulosa SOW.
 „ *dixonii* SOW.
 „ *margaritacea* SOW.
Teredina personata DESH.
Teredo antenautae SOW.
Thracia oblata SOW.
Lingula tenuis SOW.
Ditrupe plana SOW.
Serpula flagelliformis SOW.
Vermicularia bogneriensis MANT.

Es gibt also hier große, dickschalige Mollusken [*Ostrea*, *Pinna*, *Pectunculus*, *Pyrula smithii*, *Cassidaria nodosa*, *Aporrhais sowerbyi*!], Bohr-
 muscheln [*Pholas*, *Teredo*], zahlreiche grabende Muscheln [*Panopaea*,
Pholadomya usw.], massenhaft auftretende Würmer: diese charakterisieren

alle die seichtere neritische Zone. Nur die Nautilen sind in dieser Fauna fremdartig, können aber als nicht bodenständige Elemente nicht gegen das aus den übrigen Fossilien gewonnene Ergebnis angeführt werden.

Im Natural History Museum (London) ist ein Block von Bognorer Gestein ausgestellt, das beinahe ausschließlich aus

Pectunculus brevirostris

Vermetus bogneriensis

Natica hantoniensis

Pyrula smithii

Voluta denudata

Modiola elegans

Cardita brogniarti

gebildet ist. Die massenhaft auftretenden großen, dickschaligen Muscheln beweisen die Flachseennatur dieser Bildung.

Im Londonclay von Whitecliff Bay (20) befindet sich eine 6 Zoll dicke mit *Ditrupe*-Schalen gefüllte Schicht. Meines Wissens sind darin von andern Fossilien nur einzelne unbedeutende Reste zu finden. In der darüber lagernden sandigen Septarienschicht ist aber *Ditrupe* noch immer sehr häufig und daneben kommen die Seichtwassertiere wie *Ostrea*, *Pectunculus brevirostris*, *Cardium plumsteadense* (?), *Pyrula tricosata* vor: so scheint auch diese Ablagerung, wie die ähnlichen miozänen Scaphopodensedimente des Cserhát-Gebirges in die seichtere oder mittlere neritische Zone zu gehören.

Das gewöhnliche «Basement-Bed», der untere Teil des Londontones, wird im allgemeinen durch Flachseefossilien charakterisiert (große *Ostrea*, *Modiola*, Bohrmuscheln, *Pyrula tricosata* usw.) und entbehrt die Tiefseearten: so ist es in die seichtere neritische Zone einzuteilen. Bei J. PRESTWICH finden wir mehrere Basement-Bed Faunen, so von Clarendon Hill:

Buccinum sp.

Buccinum ambiguum DESH.?

Cancellaria laeviuscula DESH.

Cardium sp.

„ *nitens*

Corbula longirostris DESH.

Cytherea obliqua DESH.

„ *ovalis* SPW.

„ *laevigata* LK.

Ditrupe plana SOW.

Fusus sp.

Fusus tuberosus SOW.

Natica glaucinoides SOW.

„ *hantoniensis* PILK.

Nucula sp.

Ostrea (große Form)

Pectunculus brevirostris SOW.

„ *plumsteadensis* SOW.

Pyrula tricosata DESH.

Pleurotoma comma SOW.

Rostellaria sowerbyi MANT.

Tellina sp.

Ähnlich ist die Fauna von Chinham; davon sind *Cassidaria striata* Sow. und *Modiola elegans* Sow. bei Clarendon Hill nicht vorhanden. Bei Maryland Point (neben Stratford) kommen außer den Arten von Clarendon Hill auch

Calyptria trochiformis LK.

Ostrea bellovacina LK.

Melania inquinata DEFR.

Lithodomus sp. ?

vor; H. B. WOODWARD (22) beschrieb die Fossilien von Beckton (südöstlich von East Ham):

Actaeon sp.

Meretrix orbicularis MORR.

Aporrhais sowerbyi MANT.

Glycimeris rutupiensis MORR.

Fusus sp.

Ostrea bellovacina LK.

Natica hantoniensis PILK.

Panopaea intermedia SOW.

Pyrula smithi SOW.

Pectunculus terebratularis LK.

Meretrix incrassata SOW.

Protocardia semigranulata SOW.

Selbst im Londonclay s. str. zeigen hauptsächlich die großen Ostreen, massenhaft auftretende *Pinna* und Böhrmuscheln das Vorhandensein der seichteren neritischen Zone. Z. B. kann das Vorkommen von Clarendon Hill (21) erwähnt werden, wo im Londonclay s. str. *Ostrea*, *Pinna*, *Panopaea* vorherrschen. Bei Highgate (18^{414, 415}) befinden sich nach J. PRESTWICH [in einer sehr gemischten Fauna] *Pinna*, *Panopaea intermedia*, *Solen*, *Teredo* und, wie es in der Sammlung der Geological Survey ausgestellt ist, *Modiola elegans* in Unmenge: diese sprechen für eine neritische Fazies.

2. Die mittleren und tieferen neritischen Fazies dieser Schichtengruppe lassen sich hauptsächlich nur in gemischten Faunen erkennen. Diesen Tiefen soll die von J. PRESTWICH beschriebene Lokalität von Primrose Hill (18) entsprechen:

Trionyx sp.

Aporrhais sowerbyi MANT.

Lamna elegans AG.

Buccinum junceum SOW.

Otodus obliquus AG.

Bulla attenuata SOW.

Nautilus centralis SOW.

Cassidaria striata BRAND.

„ *regalis* SOW.

„ *nodosa* SOW.

„ *sowerbyi* WETH.

Cancellaria laeviuscula

„ *urbanus* SOW.

Cerithium charlesworthii

„ *zig-zag* SOW.

Cypraea wetherellii EDW.

Acteon simulatus SOW.

„ *oviformis* SOW.

„ *crenatus* SOW.

Dentalium anceps SOW.

<i>Eulima subuluta</i> Sow.	<i>Arca nitens</i> Sow.
<i>Fusus carinella</i> Sow.	<i>Avicula media</i> Sow.
„ <i>curtus</i> Sow.	„ <i>arcuata</i> Sow.
„ <i>bifasciatus</i> Sow.	<i>Astarte rugata</i> var.
„ <i>interruptus</i> Sow.	<i>Cardium plumsteadense</i> Sow.
„ <i>coniferus</i> Sow.	<i>Corbula globosa</i> Sow.
„ <i>trilineatus</i> Sow.	<i>Cryptodon arcuatus</i> Sow.
„ <i>tuberosus</i> Sow.	„ <i>goodhallii</i> Sow.
<i>Natica labellata</i> Lk.	<i>Cyprina planata</i> Sow.
<i>Murex cristatus</i> Sow.	<i>Isocardia sulcata</i> Sow.
<i>Phorus extensus</i> Sow.	<i>Lucina</i> sp.
<i>Nerita globosa</i> Sow.	<i>Modiola elegans</i> Sow.
<i>Pyrula smithii</i> Sow.	<i>Nucula amygdaloides</i> Sow.
„ <i>angulata</i> Edw.	„ <i>minima</i> Sow.
„ <i>tricostata</i> Desh.	„ <i>bowerbanki</i> Sow.
<i>Pleurotoma acuminata</i>	„ <i>wetherelli</i> Sow.
„ <i>plebeia</i> Sow.	<i>Neaera inflata</i> Sow.
<i>Rostellaria lucida</i> Sow.	<i>Ostrea</i> sp.
„ <i>macroptera</i> Lk.	<i>Pecten duplicatus</i> Sow.
<i>Solarium patulum</i> Sow.	<i>Pinna affinis</i> Sow.
<i>Sigaretus canaliculatus</i>	<i>Pholadomia margaritacea</i> Sow.
<i>Triton fasciatus</i> Edw.	<i>Syndosmya splendens</i>
<i>Trivia</i> sp.	<i>Teredo antenautae</i> Sow.
<i>Turritella imbricata</i> Lk.	<i>Terebratulina striatula</i>
<i>Typhis muricatus</i> Sow.	<i>Ditrupa plana</i> Sow.
<i>Voluta elevata</i> Sow.	Bryozoen
„ <i>protensa</i> Sow.	<i>Serpula prismatica</i> Sow.
„ <i>tricornis</i> Sow.	„ <i>trilineata</i> Sow.
„ <i>wetherelli</i> Sow.	<i>Vermicularia bogneriensis</i> MANT.
<i>Anomia lineata</i> Sow.	<i>Pentacrinus oakshottianus</i> FORB.
<i>Arca impolita</i> Sow.	„ <i>subbasaltiformis</i> MILL.

Die Bryozoen, Brachiopoden, Vermes, Crinoideen und Scaphopoden scheinen hier eine derartige mittlere neritische Fazies zu vertreten, wie die miozäne Bryozoenfazies im Cserhát-Gebirge. Außerdem sind auch noch andere Flachseeformen in dieser Fauna vorhanden (*Pinna*, *Modiola*, *Teredo* usw.). Ein Teil der reichen Schneckenfauna aber ist schon denen

der Pleurotomeentone gemeinsam; so sind hier die mittleren und größeren Tiefen der neritischen Fazies zu vermuten.

Am schwersten lassen sich die eigentlichen bathyalen Fazies des Londontons aus den gemischten Faunen herauskriegen. Die Lebensgemeinschaft der »Pleurotomeentone« ist darin leicht zu erkennen, es ist aber sehr fraglich, ob sie überhaupt eine reine, bathyale Entwicklung hat, oder immer von einer nicht eben unbedeutenden Anzahl Flachseccarten begleitet ist und so nur den tieferen neritischen Tiefen entsprechen kann. So z. B. die Fauna von Highgate (18), der aber, wie bereits erwähnt, viele seichtere neritische Formen mindestens in gewissen Horizonten beigemischt sind. In eine tiefe, wahrscheinlich bathyale Fazies sollen hier z. B. gehören:

Pecten corneus

Avicula papyracea

Nucula

Neaera inflata

Volvaria

Solarium patulum

Solarium canaliculatum

und die zahlreichen Pleurotomeen

P. acuminata Sow.

„ *colon* Sow.

„ *comma* Sow.

„ *fusiformis* Sow.

„ *waterkeynii* Nyst

P. semicolon Sow.

„ *plebeia* Sow.

„ *rostrata* Sow.

„ *volgeri* Phil.

An mehreren Fundstätten gibt es ähnliche Elemente, sie bilden aber nicht ausschließlich die Fauna; diese teile ich also nur mit Vorbehalt in die seichtere bathyale Zone ein.

Am reinsten ist noch die Fauna von Haverstock Hill (18), doch sehr arm; ihre Einzelkorallen und Tiefseeforaminiferen sind aber die Formen der bathyalen Fazies:

Hemiaster branderianus Forb.

Leptocyathus elegans M. E.

Stephanophyllia discoides M. E.

Turbinolia prestwichii M. E.

Websteria crinoides M. E.

Cristellaria sp.

Dentalina adolfina D'ORB.

„ *consobrina* D'ORB.

„ *pauperata* D'ORB.

Marginulina wetherelli Jones

Nodosaria bacillum DeFr.

„ *rustica* Jones

Quinqueloculina sp.

Robulina sp.

Spirillina sp.

Textularia carinata D'ORB.

Triloculina sp.

IV. WOOLWICH-SCHICHTEN.

Die marinen Ausbildungen dieser Schichtengruppe, die auch Brack- und Süßwasserablagerungen enthält, sind ohne Ausnahme seichtere neritische Bildungen. Die Faunen sind überall gleichförmig: Bohrmuscheln, grosse Ostreen, grabende Muscheln, Cyrenen, sich auch dem Brackwasser anpassende Schnecken sind darin charakteristisch. Mit den ebenfalls der seichteren neritischen Tiefenzone angehörigen Bognor-Schichten haben sie mehrere Arten gemeinsam; alle Tiefseeformen fehlen.

Die Fauna der Woolwich-Schichten von Sunridge Park ist nach J. PRESTWICH (23):

<i>Cerithium variabile</i> DESH.	<i>Cyrena tellinata</i> DESH.
<i>Fusus latus</i> SOW.	„ <i>cordata</i> MORR.
<i>Hydrobia parkinsoni</i> MORR.	„ <i>intermedia</i> MELL.
<i>Melanopsis buccinoides</i> FER.	<i>Glycimeris</i> sp.
<i>Melania inquinata</i> DESH.	<i>Modiola dorsata</i> MORR.
<i>Natica glaucinoides</i> SOW.	<i>Ostrea tenera</i> SOW.
<i>Neritina globulus</i> DEFR.	„ <i>bellovacina</i> DESH.
<i>Patella</i> sp.	<i>Pectunculus terebratularis</i> DESH.
<i>Planorbis hemistoa</i> SOW.	<i>Pholas</i> sp.
<i>Corbula regulbiensis</i> MORR.	<i>Serpula</i> sp.
<i>Cyrena cuneiformis</i> FER.	
„ <i>deperdita</i> SOW.	

Charakteristische Mollusken dieser Schichten sind noch:

<i>Cucullaea crassatina</i> LK.	<i>Pholas affinis</i>
<i>Glycimeris rutupiensis</i> MORR.	<i>Perna croydonensis</i>
<i>Teredina personata</i> DESH.	

V. THANET-SCHICHTEN.

Die ältesten Tertiärschichten des Londoner Beckens haben dieselbe Fazies, wie die Woolwich-Schichten. Die sog. Thanet-Sands enthalten gleichfalls eine hauptsächlich aus großen, dickschaligen Mollusken, Bohrmuscheln und grabenden Muscheln zusammengesetzte Fauna, die sich überall gleich bleibt. So sollen alle Vorkommnisse in die seichtere Zone der neritischen Region eingeteilt werden.

Die Fossilien des Thanet-Sandes von Richborough (1), Pegwell Bay (2) und The Reculvers (3) sind nach J. PRESTWICH (24):

	1.	2.	3.
<i>Ampullaria supdepressa</i> MORR.	+	+	+
<i>Calyptraea trochiformis</i> LK.		+	
<i>Dentalium nitens</i> SOW.	+	+	+
<i>Fusus</i> sp.		+	+
<i>Scalaria bowerbanki</i> MORR.			+
<i>Scalaria</i> sp.	+		
<i>Trophon subnodosum</i> MORR.			+
<i>Arca</i> sp.	+		
<i>Astarte tenera</i> MORR.	+		+
<i>Cardium</i> sp.		+	
<i>Corbula globosa</i> SOW.	+	+	+
„ <i>longirostris</i> DESH.	+	+	+
<i>Cyprina morrisi</i> SOW.	+	+	+
„ sp.	+	+	+
<i>Cytherea orbicularis</i> MORR.		+	+
„ sp.	+	+	+
<i>Cucullaea crassatina</i> LK.	+	+	+
<i>Glycimeris rutupiensis</i> MORR.			+
<i>Leda substriata</i> MORR.	+	+	
<i>Lucina</i> sp.		+	
<i>Modiola</i> sp.		+	+
<i>Nucula bowerbanki</i> SOW.	+	+	
„ <i>fragilis</i> DESH.		+	+
„ <i>margaritacea</i> LK.		+	+
<i>Ostrea (bellovacina ?)</i>	+	+	
<i>Panopaea granulata</i> MOR.		+	+
<i>Pecten prestwichi</i> MORR.	+		+
<i>Pholadomya cuneata</i> SOW.		+	
„ <i>konincki</i> NYST	+	+	+
<i>Pinna</i> sp.	+	+	
<i>Sanguinolaria edwardsi</i> MORR.		+	+
<i>Saxicava compressa</i> EDW.		+	
<i>Thracia oblata</i> SOW.	+	+	+

Die ältesten Tertiärschichten (Montien) sind in England nicht vertreten. Bei Mons in Belgien sind in jener Stufe wahrscheinlich nur die seichteren und mittleren neritischen Fazies vorhanden (s. S. 250, [178].)

LITERATUR.

1. O. FISHER: On the Bracklesham Beds of the Isle of Wight Basin. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 18., 1862.
2. TH. FUCHS: Über die locale Anhäufung kleiner Organismen und insbesondere über die Fauna von St. Cassian. *Verhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanstalt*, 1871.
3. C. EVANS: On a Well Section at Finchley. *Proceed. Geologists Assoc.*, vol. 3., 1872—73,
4. STARKIE-GARDNER: On the British Eocenes and their Distribution. *Proceedings of the Geologists Assoc.*, vol. 6., 1879.
5. A. RUTOT: Les phénomènes de la sédimentation marine étudiés dans leurs rapports avec la stratigraphie régionale. *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. de Belgique*, tome 2., 1883.
6. J. STARKIE-GARDNER, H. KEEPING et H.W. MONCKTON: The Upper Eocene, comprising the Barton and Upper Bagshot Formations, *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 44., 1888.
7. TH. FUCHS: Über ein neues Analogon der Fauna des Badener Tegels. *Verhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanstalt*, 1905.
8. A. JUKES-BROWNE: The Building of the British Isles. 3rd. edition, 1911.
9. W. DEECKE: Faziesstudien über europäische Sedimente. *Berichte d. Naturforsch. Gesellsch. Freiburg i. Br.*, Bd. 20., 1913—14.
10. K. ANDRÉE: Das Meer und seine geologische Tätigkeit in W. SALOMON: *Grundzüge der Geologie*, I. 2. Stuttgart, 1925.
11. C. DIENER: *Grundzüge der Biostratigraphie*. Leipzig u. Wien, 1925.
12. T. WRIGHT: A Stratigraphical Account of the Section of Hordwell, Beacon and Barton Cliffs, on the Coast of Hampshire. *Proceedings of the Cotteswold Naturalists Field Club*, vol. 1., 1853.
13. J. PRESTWICH: On the Position and General Characters of the Strata exhibited in the Coast Section from Christchurch Harbour to Poole Harbour. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 5., 1849.
14. H. W. BRISTOW, C. REID et A. STRAHAN: The Geology of the Isle of Wight. *Mem. Geol. Surv. of England and Wales*, 1889.
15. C. GAGEL: Über eocäne Ablagerungen in Holstein. *Jahrbuch d. Preuss. Geolog. Landesanstalt*, Bd. 27., 1906.
16. C. GAGEL: Über Spuren des ältesten Tertiärs in der Mark und über die Stratigraphie des ältesten Tertiärs. *Zeitschrift d. Deutschen Geolog. Gesellschaft*, Bd. 73., 1922.
17. L. STRAUZ: Das Eocän von Wöhrden. *Jahrbuch d. Preuss. Geolog. Landesanstalt*, 1927.
18. J. PRESTWICH: On the Thickness of the London Clay; on the Relative Position of the Fossiliferous Beds of Sheppey, Highgate, Harwich, Newham, Bognor etc; and on the Probable Occurrence of the Bagshot Sands in the Isle of Sheppey. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 10., 1854.
19. F. DIXON et T. RUPERT-JONES: The Geology of Sussex. Brighton, 1878.
20. J. PRESTWICH: On the Probable Age of the London Clay and its Relations to

the Hampshire and Paris Tertiary Systems. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 3., 1847.

21. J. PRESTWICH: On the Structure of the Strata between the London Clay and the Chalk in the London and Hampshire Tertiary Systems, Part I. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 6., 1850.

22. H. B. WOODWARD: The Geology of the London District. *Mem. Geol. Surv. England and Wales*, 1909.

23—24. J. PRESTWICH: On the Structure of the Strata between the London Clay and the Chalk in the London and Hampshire Tertiary Systems, Part II—III. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 8., 10., 1852, 1854.

INHALTSVERZEICHNIS.

ALLGEMEINER TEIL.

	Seite
I. <i>Einleitung.</i>	75
II. <i>Gegenstand der Fazieskunde.</i>	77
III. <i>Die bathymetrische Zonengliederung.</i>	79
IV. <i>Das Aktualitätsprinzip.</i>	87
V. <i>Die Beweisführung in der Fazieskunde.</i>	89
A. Unrichtige Folgerungen.	
1. Numerische Bestimmung der rezenten Verteilung der Fossiliengattungen.	91
2. Die Proportion der verschiedenen Tiergruppen in einem Sedimente.	93
3. Problematika als Beweise.	94
4. Wellenfurchen, Trockenrisse, Bohrlöcher als Kennzeichen der Litoralablagerungen.	95
5. Unrichtige petrographische Folgerungen.	97
6. Auflösung der kalkigen Tierreste.	97
7. Die Mächtigkeit der Schichten als Beweis für die Tiefenverhältnisse.	100
8. Die Korrelation der Fazies.	102
9. Die Permanenz der Ozeane und Kontinente.	107
10. Verallgemeinerungen, übertriebene Genauigkeit, falsche Angaben	107
B. Brauchbare Folgerungen.	
1. Numerische Verteilung der Arten in jüngeren Bildungen.	112
2. Lebensweise der Fossilien.	113
3. Tiefenverteilung der Lebensgemeinschaften.	114
4. Sedimenttypen.	115
5. Petrographische Beweise.	115
6. Lagerungsverhältnisse.	115
VI. <i>Lebensgemeinschaften.</i>	116
1. Aragonitschalige grabende Muscheln.	117
2. Befestigte Tiere auf dem harten Boden (in dem Litoralgebiet).	119
3. Kalkalgensedimente.	120
4. Korallenriffe.	123

	Seite
a) Gibt es Tiefseeriffe?	124
b) Die Lebensgemeinschaft der Riffe.	127
c) Die Nebengesteine.	132
d) Die Ansiedlung der Rifff Korallen.	133
5. Bryozoenriffe, Knoll-Riffs.	133
6. Kalkig-sandige Bryozoenbildungen.	135
7. Die tieferen Teile der neritischen Region.	136
8. Die Pleurotomeentone.	137
9. Foraminiferenkalke der Flachsee.	138
10. Foraminiferensedimente aus größeren Meerestiefen.	139

VII. Die Zusammensetzung der fossilen Faunen. 144

1. Die Verteilung des Planktons.	144
2. Das Pseudoplankton.	145
3. Eingeschwemmte Flachseetiere in Sedimenten größerer Meerestiefen.	145
4. Eingeschwemmte Flachwassersedimentmassen in den Sedimenten größerer Meerestiefen.	145
5. Massenhaftes Vorkommen einer Tierart oder mehrerer Arten.	145
a) Muschelbänke.	146
b) Planktonanhäufungen.	146
c) Anhäufung leerer Schalen am Strand.	146

VIII. Die Tiefenzonen: 148

Anhang. 150

SPEZIELLER TEIL

Kainozoikum.

Pleistozän 154

Nordwesteuropa.	154
Korallenriffe von Barbados.	156

Pliozän 157

Literaturangaben.	157
Der Crag Südinglands.	159
a) nördlicher Typus.	160
b) gemischter „	162
Italien.	167
Tiefseebildungen von Barbados.	172

Miozän 175

Literaturangaben.	175
Cserhát-Gebirge.	184
Umgebung von Budapest.	202

	Seite
Die Gemischte Fauna von Zebegény.	209
Mecsek-Gebirge.	213
Der Schlier Ungarns.	232
Báner Gebirge.	236
Malta.	239
Oligozän	244
Literaturangaben.	244
Eocän	248
Literaturangaben.	248
Das Eozän Sünglands.	250
I. Bartonclay.	251
II. Bracklesham-Schichten.	258
III. Londonclay.	260
IV. Woolwich-Schichten.	266
V. Thanetsand.	266
